التطور الجنيني للأذن

كلية العلوم الصحيّة
قسم السمعيات – 2023

د. تامار يارد

أولاً : التطور الجنيني للرأس والعنق

- يبدأ التطور الجنيني للرأس والعنق بين الأسبوعين 3 و 8 من الحياة الجنينية.

- يبدأ التطور الجنيني من ثلاث طبقات نسيجية وهي :

- الوريقة الخارجية .
- الوريقة الوسطى .
- الوريقة الداخلية .

- تعطي هذه الوريقات النسيجية ما يسمى { الأقواس الغلصمية } و عددها 6 .

ثانياً : الأقواس الغلصمية

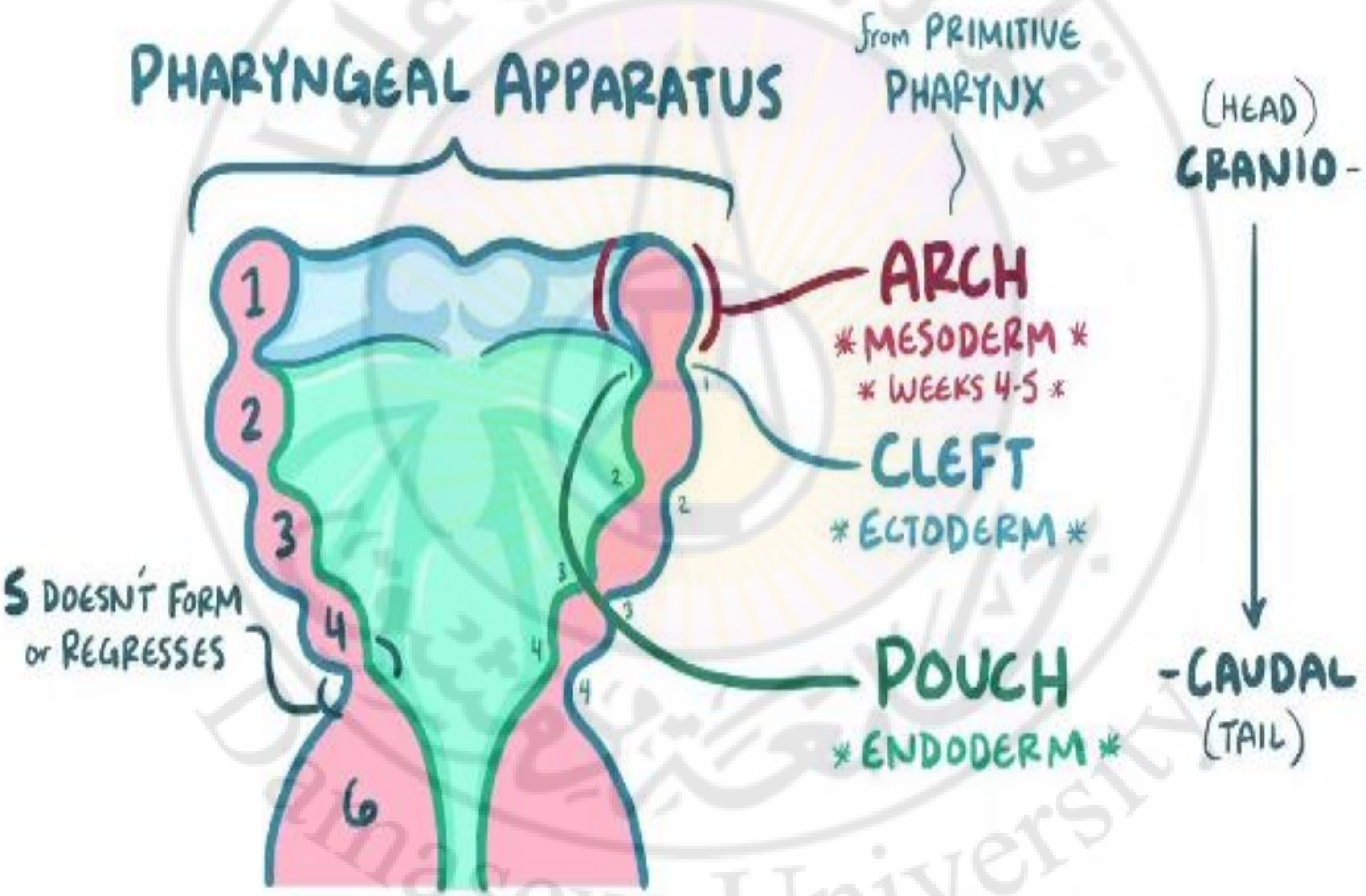
- تتشكل خلال الأسبوع الحملي الرابع .

- يتألف كل قوس غلصمي من :

- مركز ميزانشيمي .
- يستره من الخارج الوريقة الخارجية (Ectoderm) .
- وتبطنه من الداخل الوريقة الداخلية (Endoderm) .

- تنفصل عن بعضها بواسطة الشقوق الغلصمية من الخارج والجيوب البلعومية من الداخل.

- لكل قوس غلصمية شريان مروي وعصب يُعصب البنى المشتقة .


PHARYNGEAL APPARATUS
from PRIMITIVE PHARYNX
(HEAD)
CRANIO-
ARCH
* MESODERM *
* WEEKS 4-5 *
CLEFT
* ECTODERM *
POUCH
* ENDODERM *
-CAUDAL
(TAIL)
5 DOESN'T FORM or REGRESSES
1
2
3
4
6

ما هي مشتقات الأقواس الغلصمية ؟؟

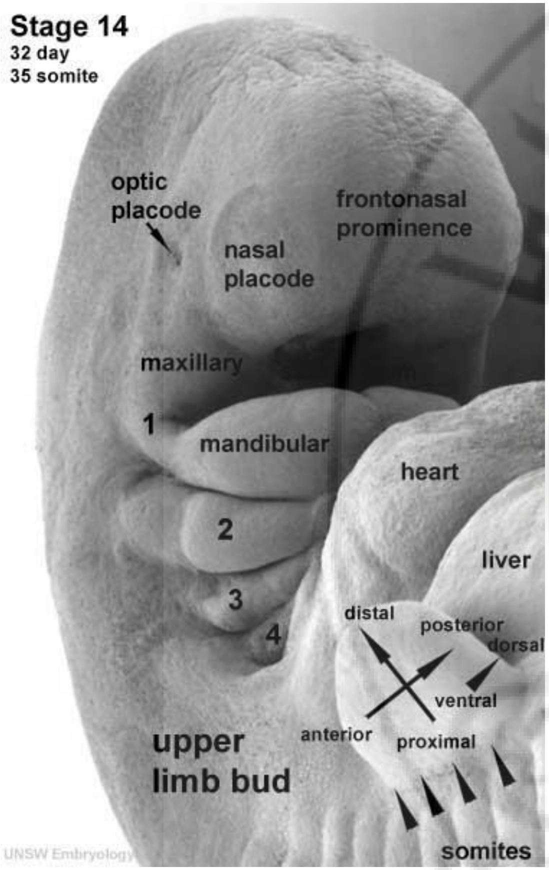
- القوس الغلصمية الأولى :
  - الفك العلوي، الفك السفلي، العظم الصدغي .
  - جزء من غضاريف الصيوان، المطرقة والسندان .
  - عضلات المضغ، موترة الطبلة، موترة شراع الحنك .
  - عصبها هو العصب مثلث التوائم (العصب القحفي الخامس) CN V.

- القوس الغلصمية الثانية :
  - جزء من غضاريف الصيوان ، الركابة .
  - الناتئ الإبري، جزء من العظم اللامي .
  - عضلات الوجه التعبيرية .
  - عصبها هو العصب الوجهي (القحفي السابع) CN VII.

- القوس الغلصمية الثالثة :
  - جزء من العظم اللامي .
  - عضلات البلع .
  - عصبها هو العصب البلعومي اللساني (القحفي التاسع) CN IX.

- القوس الغلصمية الرابعة والسادسة :
  - غضاريف الحنجرة.
  - عصبها هو العصب المبهم (القحفي العاشر) CN X.

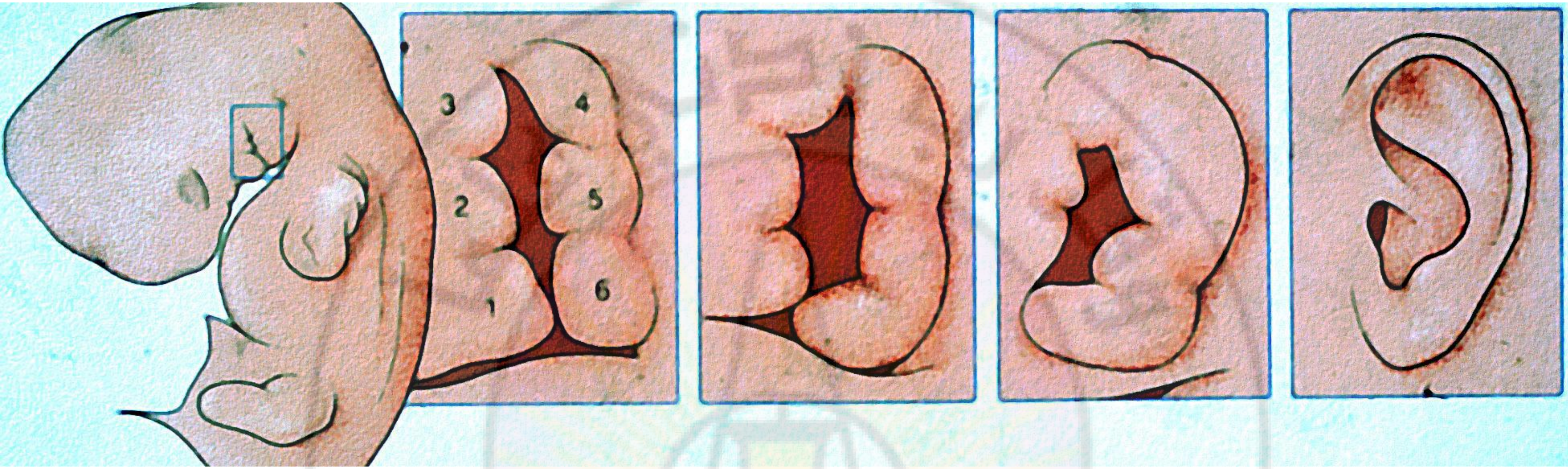
ثالثاً : التطور الجنيني للأذن



- تتألف الأذن من ثلاثة أقسام: خارجية ، وسطى وداخلية .
- تتطور العناصر التشريحية لكل جزء من منشأ جنيني مستقل .
- يبدأ تطور الأذن في الأسبوع الثالث من الحمل .
- يؤدي التطور الجنيني غير السليم لحدوث تشوهات تختلف باختلاف زمن توقف التطور أو طبيعة الاضطراب الحاصل .

1 – تطور الأذن الخارجية :

- يتطور الصيوان من القوسين الغلصميين الأولى والثانية .
- اعتباراً من ست بروزات أو حدبات تسمى { حدبات هيس Hillocks of His } .
- وذلك بين الأسبوع الخامس والثامن من الحمل .
- وفق ما يلي :
- الوتدة Tragus ، جذر الحتّار Crus of helix ، الحتّار Helix من حدبات هيس (1 – 3) .
- مقابل الحتّار Anti helix ، المحارة Concha ، مقابل الوتدة Anti tragus ، الفصيص Lobule من حدبات هيس (4 – 6) .





- يكتمل التحام الصيوان في الأسبوع 17 .
- يبلغ الصيوان 95 % من حجمه عند البالغ بعمر 8 سنوات .
- يستمر بالنمو ببطء مدى الحياة .

2 – تطور الأن الوسطى :

- العظيمات السمعية :

تتطور المطرقة والسندان من غضروف القوس الغلصمية الأولى .

تتطور الركابة (الرأس والسويقتان) من غضروف القوس الغلصمية الثانية .

تتطور قاعدة الركابة من المحفظة السمعية .

- عضلات الأذن الوسطى :

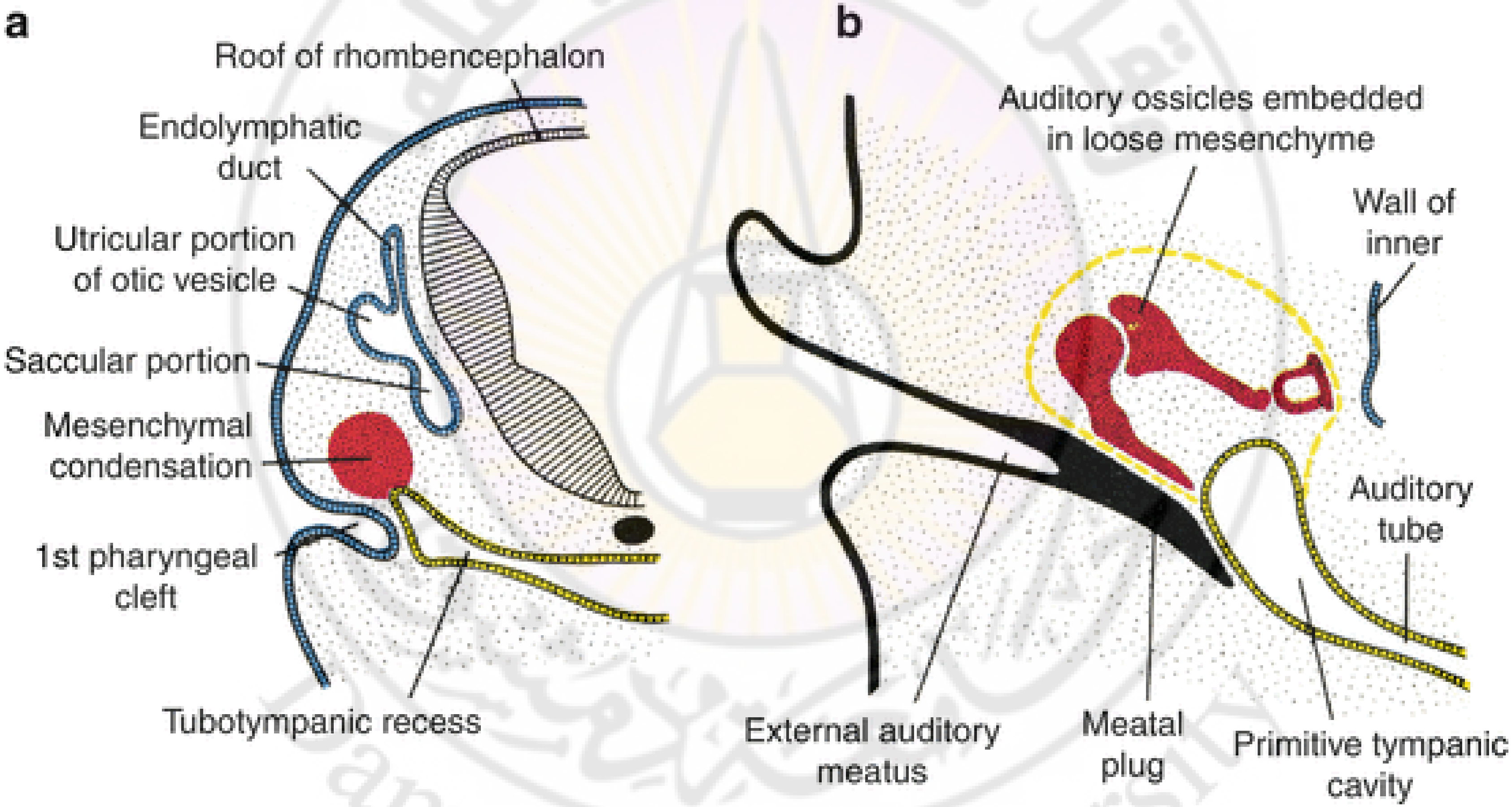
العضلة موترة الطبلة من برانشيم القوس الأولى والعضلة الركابية من برانشيم القوس الثانية .

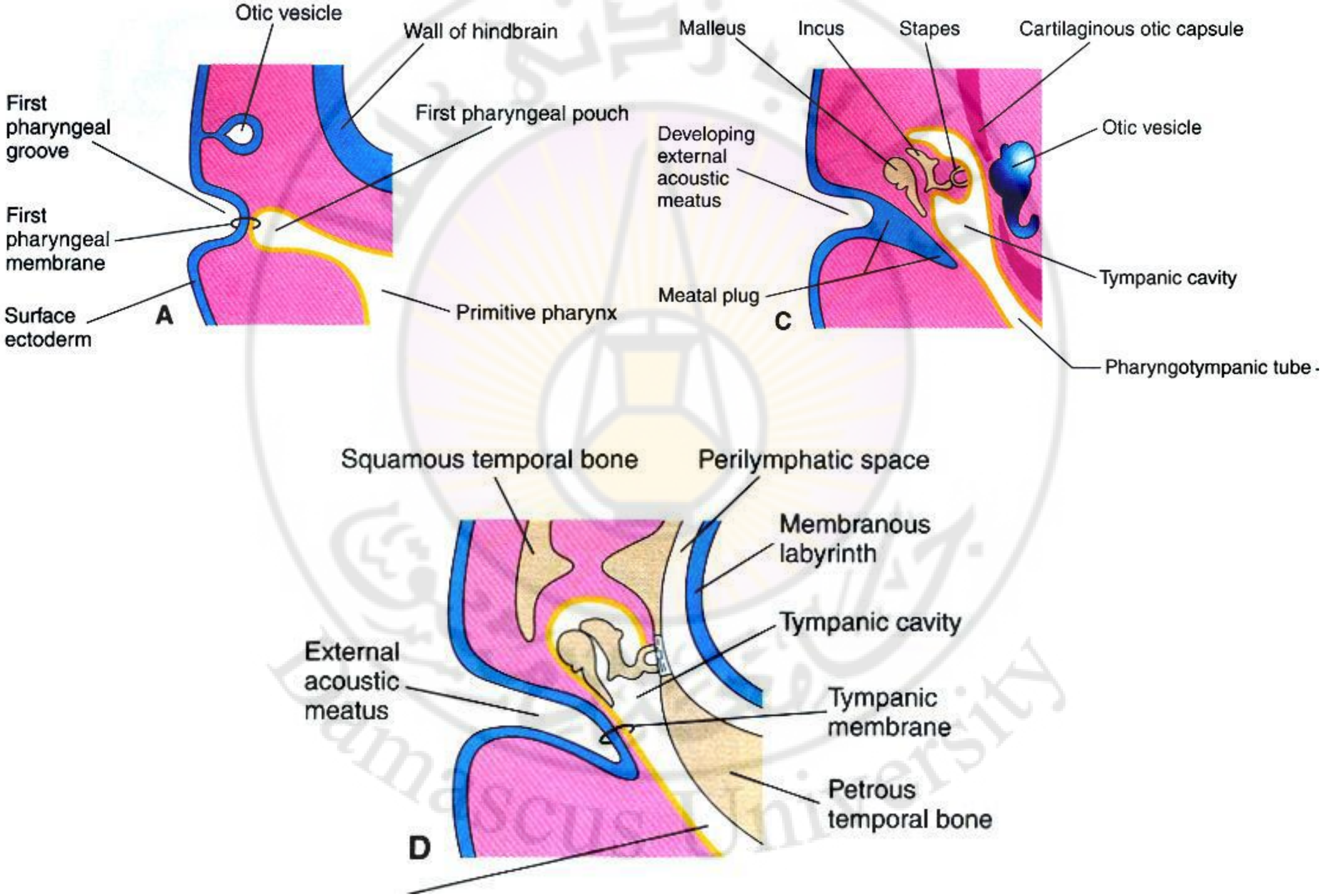
- جوف الأذن الوسطى :

يتطور من الجيب البلعومي الأول تبطنه الوريقة الداخلية .

- نفير أوستاش :

من الجيب البلعومي الأول .


a
Roof of rhombencephalon
Endolymphatic duct
Utricular portion of otic vesicle
Saccular portion
Mesenchymal condensation
1st pharyngeal cleft
Tubotympanic recess
b
Auditory ossicles embedded in loose mesenchyme
Wall of inner
Auditory tube
External auditory meatus
Meatal plug
Primitive tympanic cavity


Otic vesicle
Wall of hindbrain
First pharyngeal groove
First pharyngeal pouch
First pharyngeal membrane
Surface ectoderm
A
Primitive pharynx
Malleus
Incus
Stapes
Cartilaginous otic capsule
Developing external acoustic meatus
Otic vesicle
Tympanic cavity
Meatal plug
C
Pharyngotympanic tube
Squamous temporal bone
Perilymphatic space
Membranous labyrinth
Tympanic cavity
External acoustic meatus
Tympanic membrane
Petrous temporal bone
D

3 – تطور الأذن الداخلية :

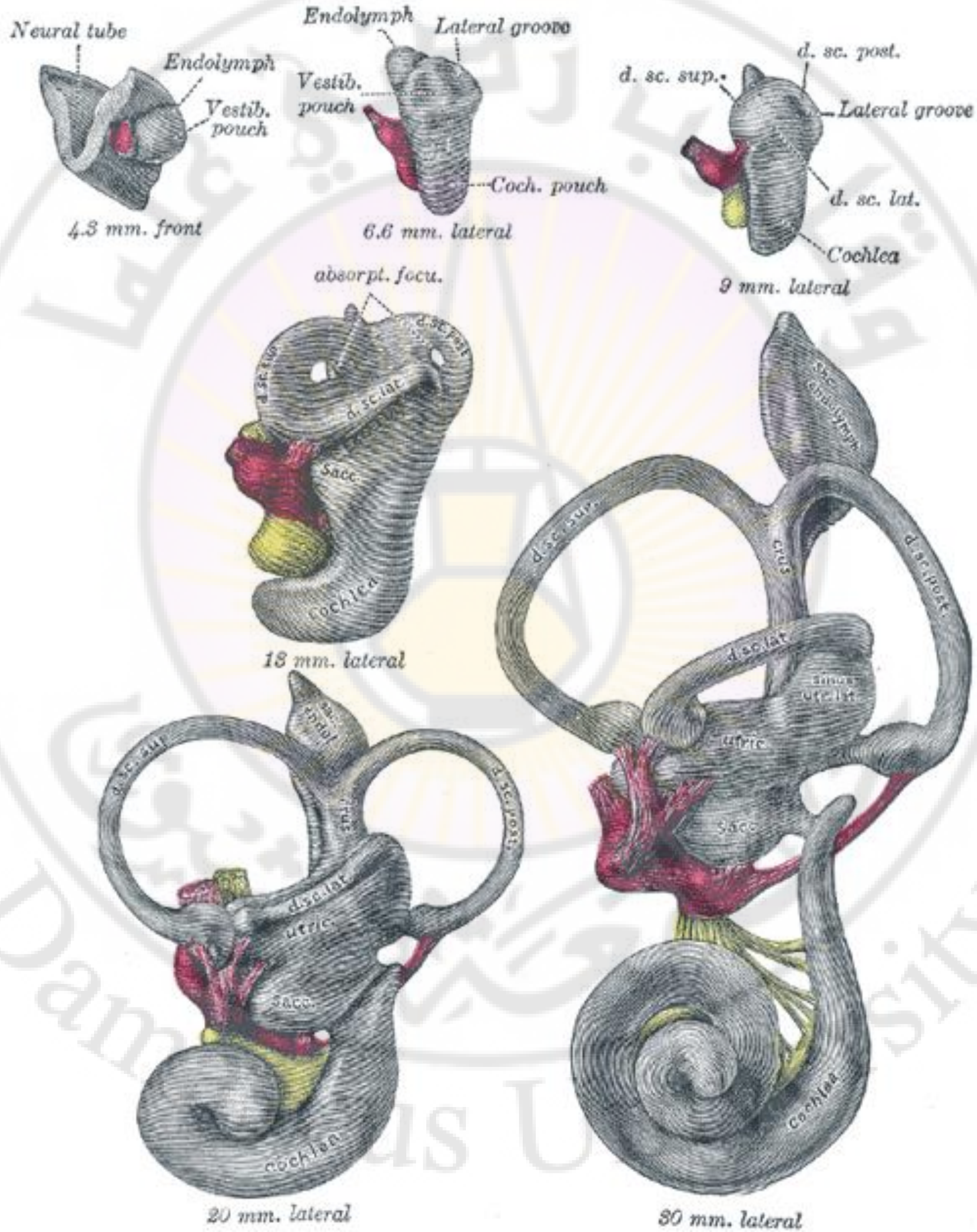
- يبدأ تطورها خلال الأسبوع الثالث من الحمل ليتشكل اللويح الأذني Otic placode الذي ينغمد ليشكل الوهدة الأذنية Otic pit حتى يُصبح لاحقاً الحويصل السمعي Otic Vesicle في الأسبوع الرابع، ليُصبح له في الأسبوع الخامس ظهر عريض وبطن ضيق يتطور بينهما كيس اللمف الباطن مع قناته .
- في الأسبوع السادس تأخذ الأقنية نصف الدائرية شكلها وتنضم في الأسبوع الثامن للقريبة Utricle.
- تتشكل قاعدة الحلزون في الأسبوع السابع ويُكمِل الحلزون دورتين ونصف الدورة في الأسبوع الثاني عشر.

- ويتم التيه الغشائي دون العضو الانتهائي تشكله في الأسبوع الخامس عشر من الحمل.

- وبالتزامن مع تشكله يبدأ تطور المحفظة السمعية في الأسبوع الثامن .

- وخلافاً لكيس اللمف الباطن الذي يتابع نموه حتى سن البلوغ فإن كلاًّ من التيه الغشائي والعظمي يكونان بنفس الحجم لدى البالغ في الأسبوع الثالث والعشرين من الحمل .

- وبذلك يكون كيس اللمف الباطن أول عضو يبدأ في التطور وآخر عضو يتوقف عن النّمو .



Neural tube
Endolymph
Vestib. pouch
4.3 mm. front
Endolymph
Lateral groove
Vestib. pouch
Coch. pouch
6.6 mm. lateral
d. sc. post.
d. sc. sup.
Lateral groove
d. sc. lat.
Cochlea
9 mm. lateral
absorpt. focu.
d.sc.post.
d.sc.lat.
sacc.
cochlea
13 mm. lateral
d.sc.sup.
d.sc.post.
crus
d.sc.lat.
utric.
sacc.
cochlea
20 mm. lateral
d.sc.sup.
crus
d.sc.post.
d.sc.lat.
utric.
sacc.
cochlea
30 mm. lateral

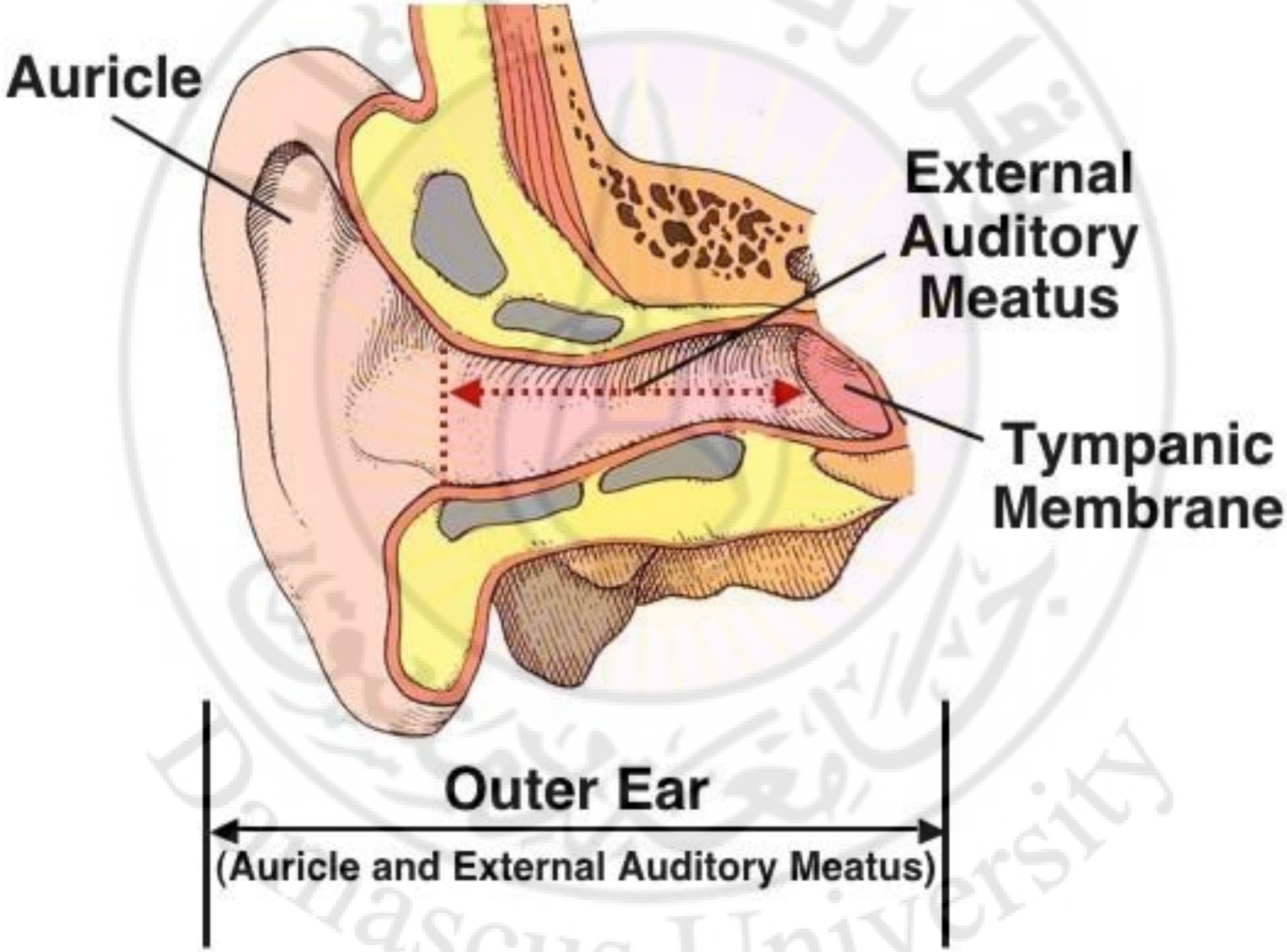
انتهت المحاضرة

تشريح الأذن الخارجية

كلية العلوم الصحيّة

قسم السمعيات – 2023

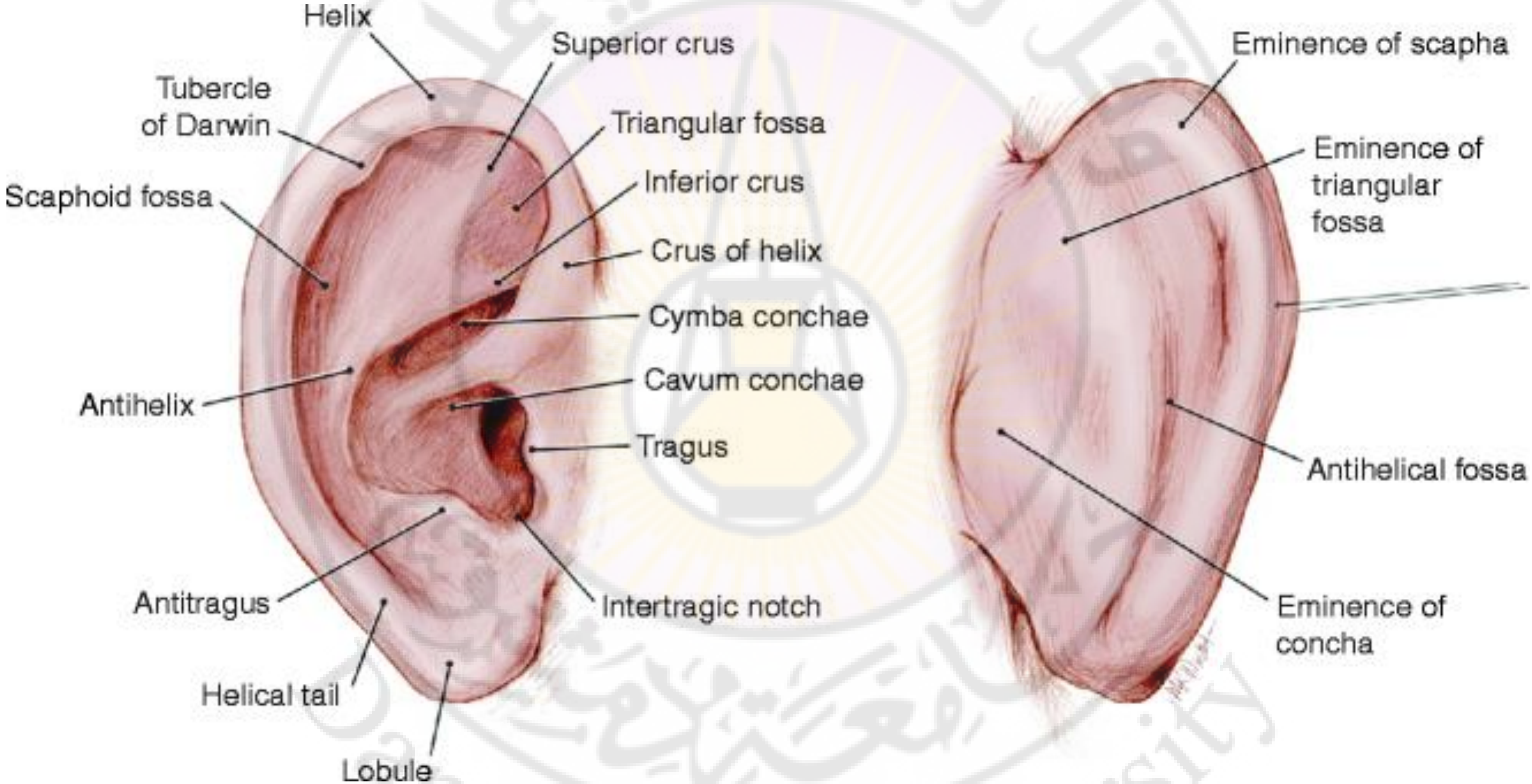
د. تامار يارد



Auricle
External
Auditory
Meatus
Tympanic
Membrane
Outer Ear
(Auricle and External Auditory Meatus)

1 – الصيوان Auricle :

- هيكل غضروفي ليفي مرن مغطى بالجلد الملتصق بشدة على وجهه الأمامي بينما يفصله طبقة من نسيج رخو عن وجهه الخلفي .
- تتراوح أبعاده بين 5-6 سم ارتفاعاً ويشكل العرض 55% من الارتفاع .
- له عدة أربطة وعضلات؛ منها داخلية وأخرى خارجية .
- يُلحظ على وجهه الأمامي طيات وحدبات وعلى وجهه الخلفي ارتفاعين أحدهما بارزة القوقعة، والآخر البارزة المثلثية .
- يتلقى الصيوان التعصيب الحسي من الأذني الكبير، القذالي الصغير، الفرع الأذني للعصب المبهم، العصب الأذني الصدغي وفرع من العصب الوجهي .


Helix
Superior crus
Tubercle of Darwin
Triangular fossa
Inferior crus
Scaphoid fossa
Crus of helix
Cymba conchae
Cavum conchae
Antihelix
Tragus
Antitragus
Intertragic notch
Helical tail
Lobule
Eminence of scapha
Eminence of triangular fossa
Antihelical fossa
Eminence of concha

2 – مجرى السمع الظاهر External Auditory Canal :

- يقيس حوالي 2.5 سم، ويبلغ قطره 0.6 ملم، وحجمه 2 مل .

- يقع في نهايته الأنسية غشاء الطبل متوضعاً بشكل مائل باتجاه الأنسي والأمام ، الأمر الذي يجعل أرض مجرى السمع وجداره الأمامي أطول بـ 6 ملم تقريباً من السقف والجدار الخلفي .

• <u>ويُقسم إلى:</u>

- قسم غضروفي: يشكل الثلث الوحشي من المجرى ويقيس 8 ملم. يحتوي الجلد في مستواه على جريبات شعرية وغدد عرقية وغدد زهمية، وتبلغ سماكته 0.5-1 ملم.

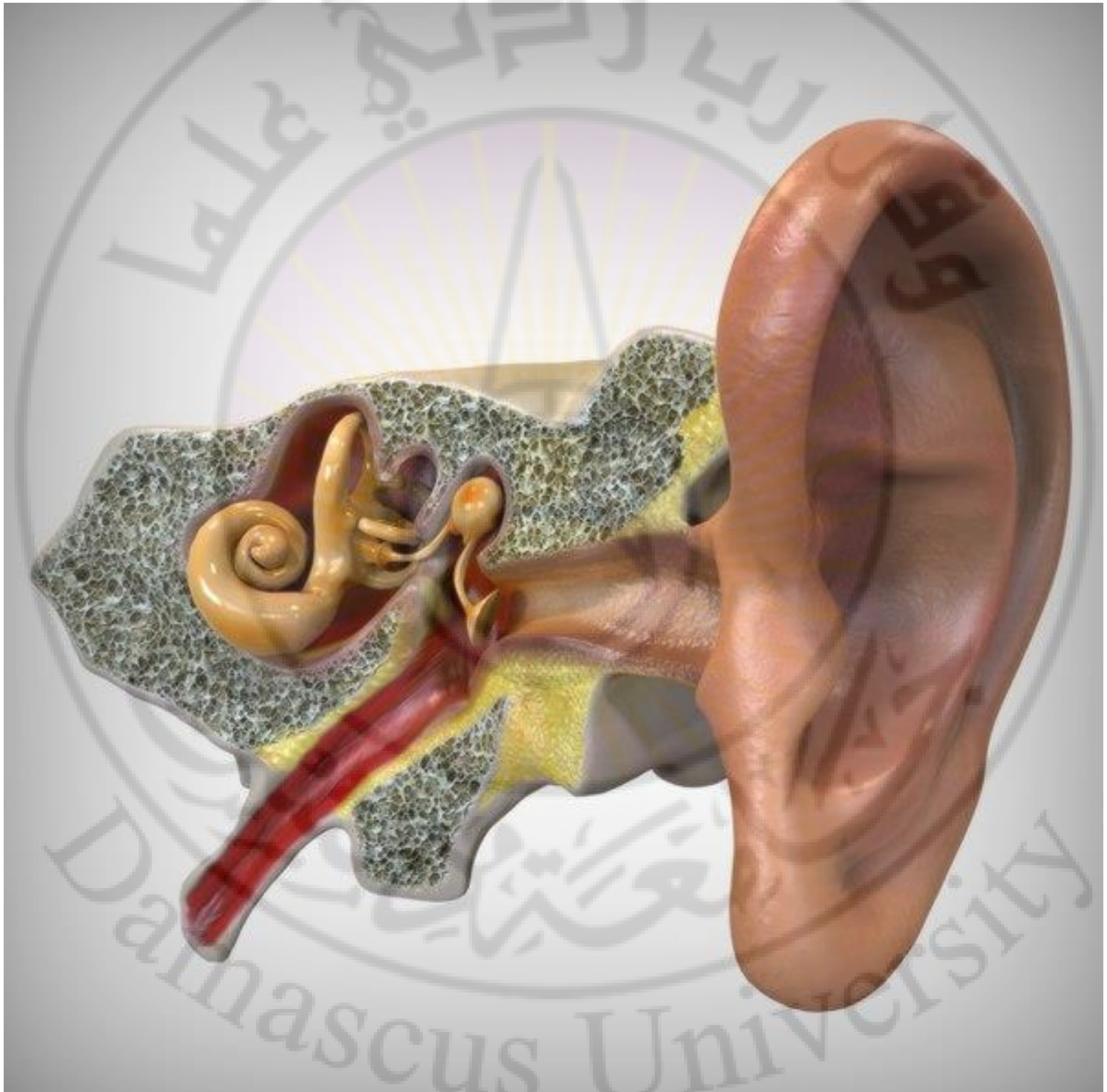
- قسم عظمي: يشكل الثلثين الأنسيين من المجرى ويقيس حوالي 16 ملم. الجلد في مستواه ملتصقٌ بشدة، ولا يحتوي على ملحقات جلدية، وتبلغ سماكته 0.2 ملم.



- <u>يحتوي المجرى على مضيقين:</u>

- الأول ، يقع بمستوى الوصل العظمي الغضروفي .

- والثاني ، يسمى البرزخ، يقع على بعد 5 ملم وحشي غشاء الطبل .



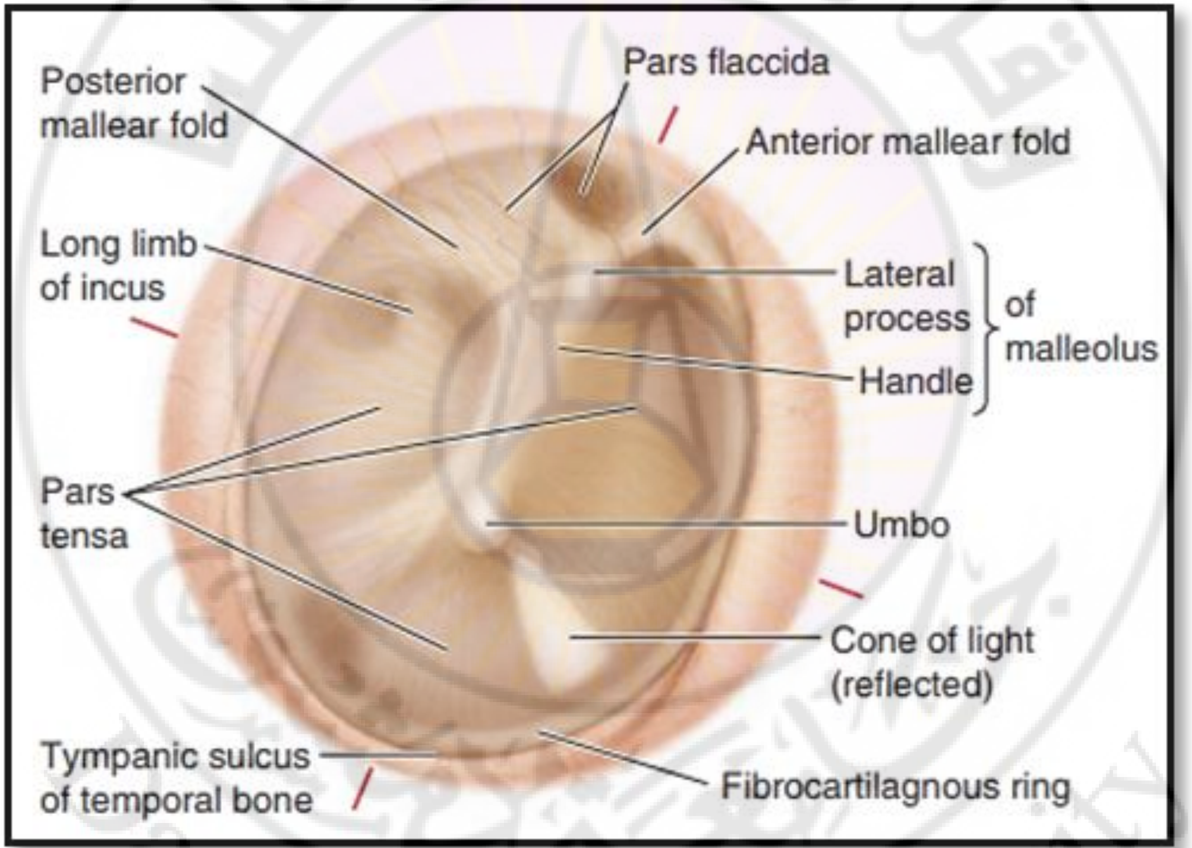
3 – غشاء الطبل Tympanic membrane :

- غشاء رقيق نصف شفاف، يأخذ شكلاً شبه دائري قطره العرضي حوالي 8 ملم، وارتفاعه 9-10 ملم، وسماكته 0.1 ملم، وتبلغ مساحته تقريباً 80-90 ملم^2، أما مساحة القسم المهتز الفعال فهي 55 ملم^2.

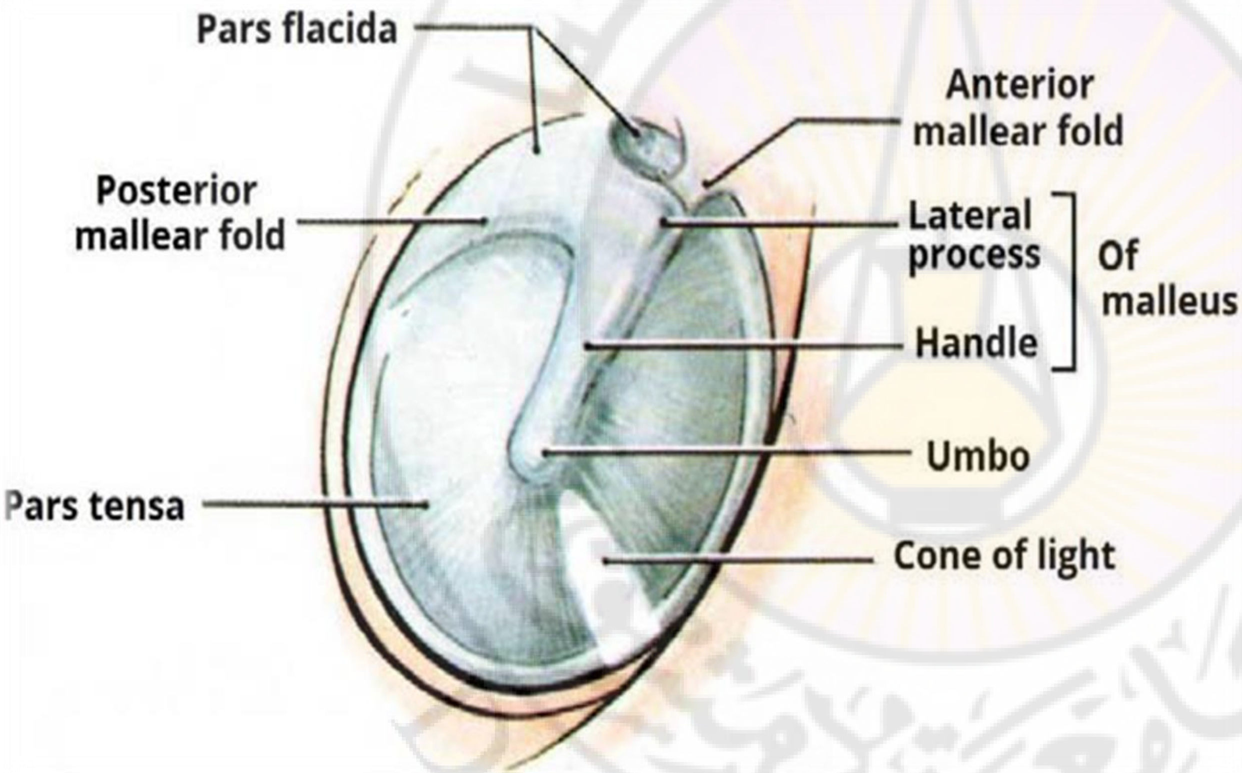
- ينقسم إلى قسم علوي صغير يسمى القسم الرخو Pars Flaccida، وقسم سفلي أكبر يسمى القسم المشدود Pars Tensa.

- يتسمك القسم المشدود محيطياً ليشكل الحوية التي تتثبت على الثلمة الطبلية، أما القسم الرخو (غشاء شرابنل) فهو يشغل ثلمة ريفينوس حيث تغيب الحوية ويتثبت مباشرة على الدرع .

- إنّ عمق الثلمة الطبلية يؤثر على ثبات ارتكاز الحوية، وهذا العمق غير متماثل على محيط الغشاء، حيث تقع المنطقة الأقل عمقاً على مستوى الربع الخلفي العلوي ففيها لا تكون الحوية مرتكزة تماماً ضمن الثلمة وإنما تكون متصلة بها؛ مما يجعل هذا الربع أضعف وأقل ثباتاً .


Pars flaccida
Posterior mallear fold
Anterior mallear fold
Long limb of incus
Lateral process
Handle
of malleolus
Pars tensa
Umbo
Cone of light (reflected)
Tympanic sulcus of temporal bone
Fibrocartilagnous ring

الانطباعات على غشاء الطبل :



- قبضة المطرقة .
- النتوء المطرقي الوحشي .
- الطية المطرقية الأمامية .
- الطية المطرقية الخلفية.
- المثلث المنير .

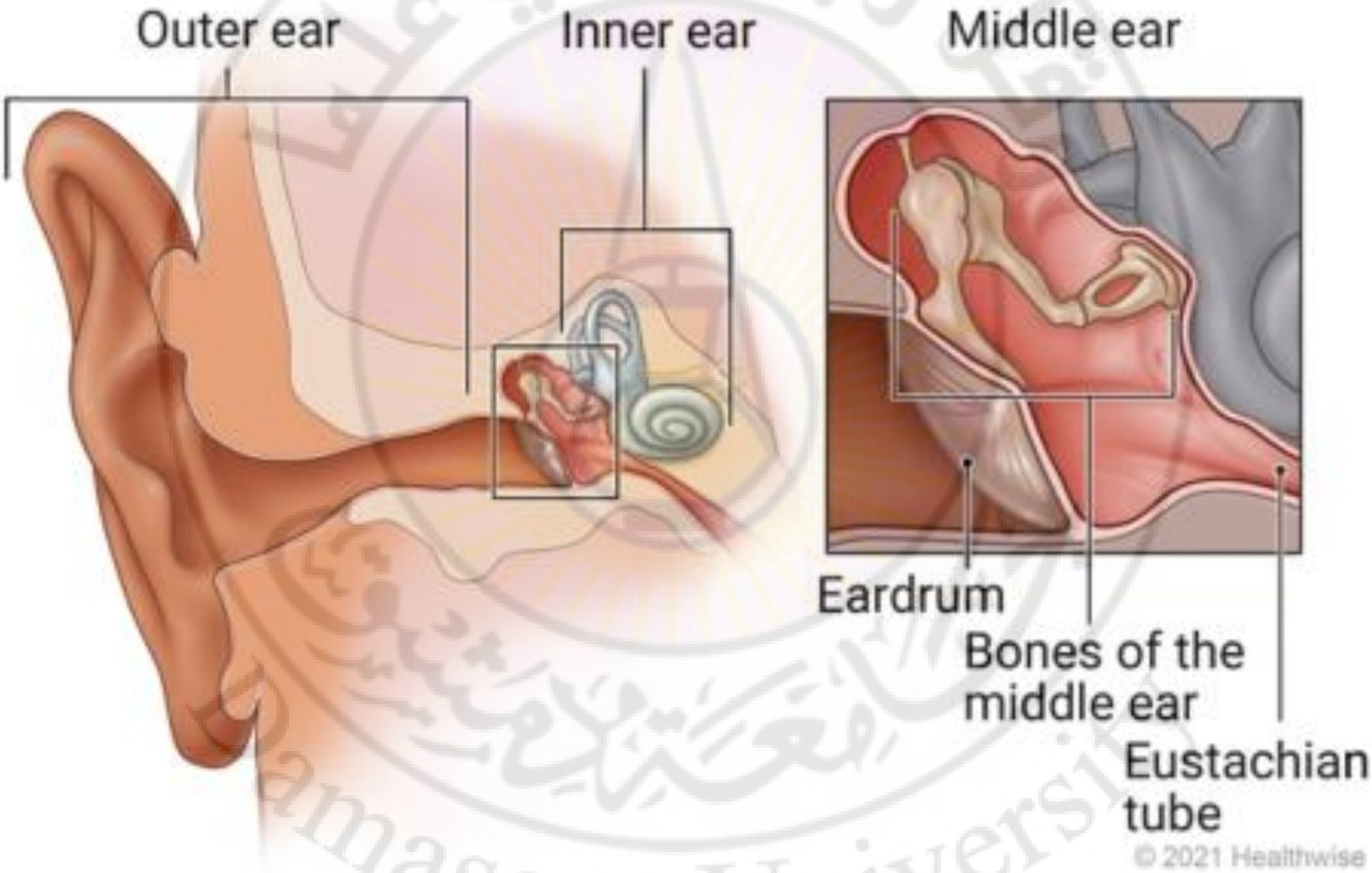
انتهت المحاضرة

تشريح الأذن الوسطى

كلية العلوم الصحيّة

قسم السمعيات – 2023

د. تامار يارد


Outer ear
Inner ear
Middle ear
Eardrum
Bones of the middle ear
Eustachian tube
© 2021 Healthwise

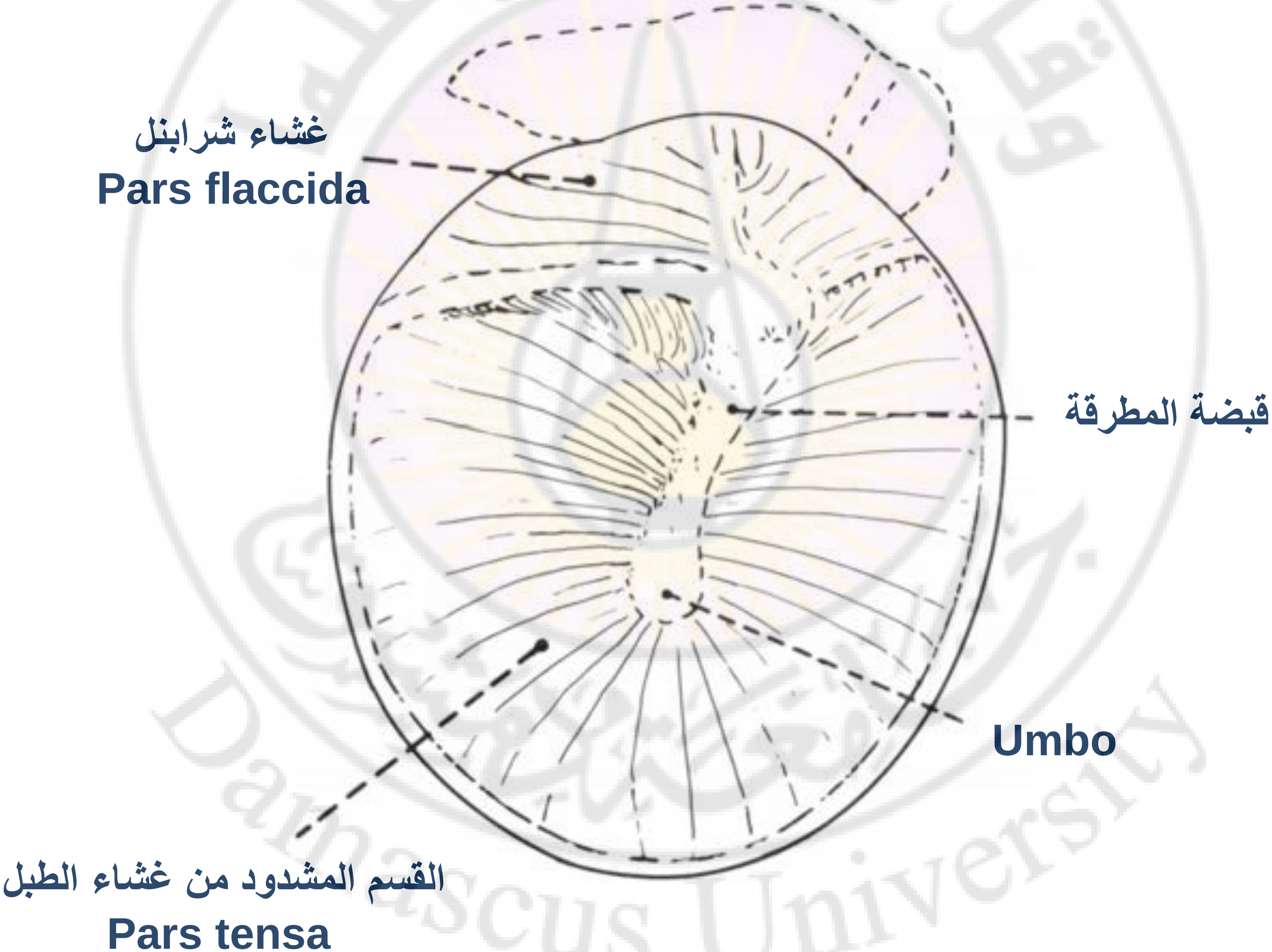
- The middle ear consists of the tympanic membrane that terminates the ear canal and the three small bones (ossicles), the malleus, the incus and the stapes.
- Two small muscles, the tensor tympani muscle and the stapedius muscle, are also located in the middle ear.
- The manubrium of malleus is imbedded in the tympanic membrane and the head of the malleus is connected to the incus that in turn connects to the stapes, the footplate of which is located in the oval window of the cochlea.
- The chorda tympani is a branch of the facial nerve that travels across the middle ear cavity. It carries taste fibers and probably also pain fibers.
- The Eustachian tube connects the middle ear cavity to the pharynx.


رأس المطرقة
السندان
العضلة الركابية
الركابة
فوهة نفير أوستاش
العضلة الموترة للطبلة
الوجه الأنسي لغشاء الطبل

1 . غشاء الطبل Tympanic membrane :

- The tympanic membrane is a slightly oval, thin membrane that terminates the ear canal. It is cone-shaped.
- Seen from the ear canal, the membrane is slightly concave and is suspended by a bony ring.
- Normally it is under some degree of tension.
- Its surface area is approximately 85 mm2.
- The main part of the tympanic membrane, the pars tensa with an area of approximately 55 mm2, is composed of radial and circular fibers overlaying each other.
- These fibers are comprised of collagen and they provide a lightweight stiff membrane that is ideal for converting sound into vibration of the malleus.
- A smaller part of the tympanic membrane, the pars flaccida, located above the manubrium of malleus, is thicker than the pars tensa and its fibers are not arranged as orderly as the collagen fibers of the pars tensa.

- The tympanic membrane is covered by a layer of epidermal cells, continuous with the skin in the ear canal.
- This outer layer of the tympanic membrane migrates from its center outwards and this moves small injuries and scars and transports small foreign bodies out into the
- ear canal.
- Small holes in the tympanic membrane usually heal spontaneously.


غشاء شرابنل
Pars flaccida
قبضة المطرقة
Umbo
القسم المشدود من غشاء الطبل
Pars tensa

2 . جوف الطبل :

- عبارة عن حجرة غير منتظمة تتوضع ضمن العظم الصدغي، يحدها القسمان الصدفي والطبلي من الوحشي والقسم الصخري من الأنسي، وتتصل في الأمام مع البلعوم الأنفي عبر نفير أوستاش وفي الخلف مع الغار الخشائي. يُقسم جوف الطبل إلى:

- جوف الطبل بالخاصة Mesotympanium.

- الردب فوق الطبلة Epitympanium أو العلية Attic.

- الردب تحت الطبلة Hypotympanium.

- الردب خلف الطبل والردب أمام الطبل Protympanium and retrotympanium.

- جدران جوف الطبل :

- **الجدار السفلي (الجدار الوداجي):**

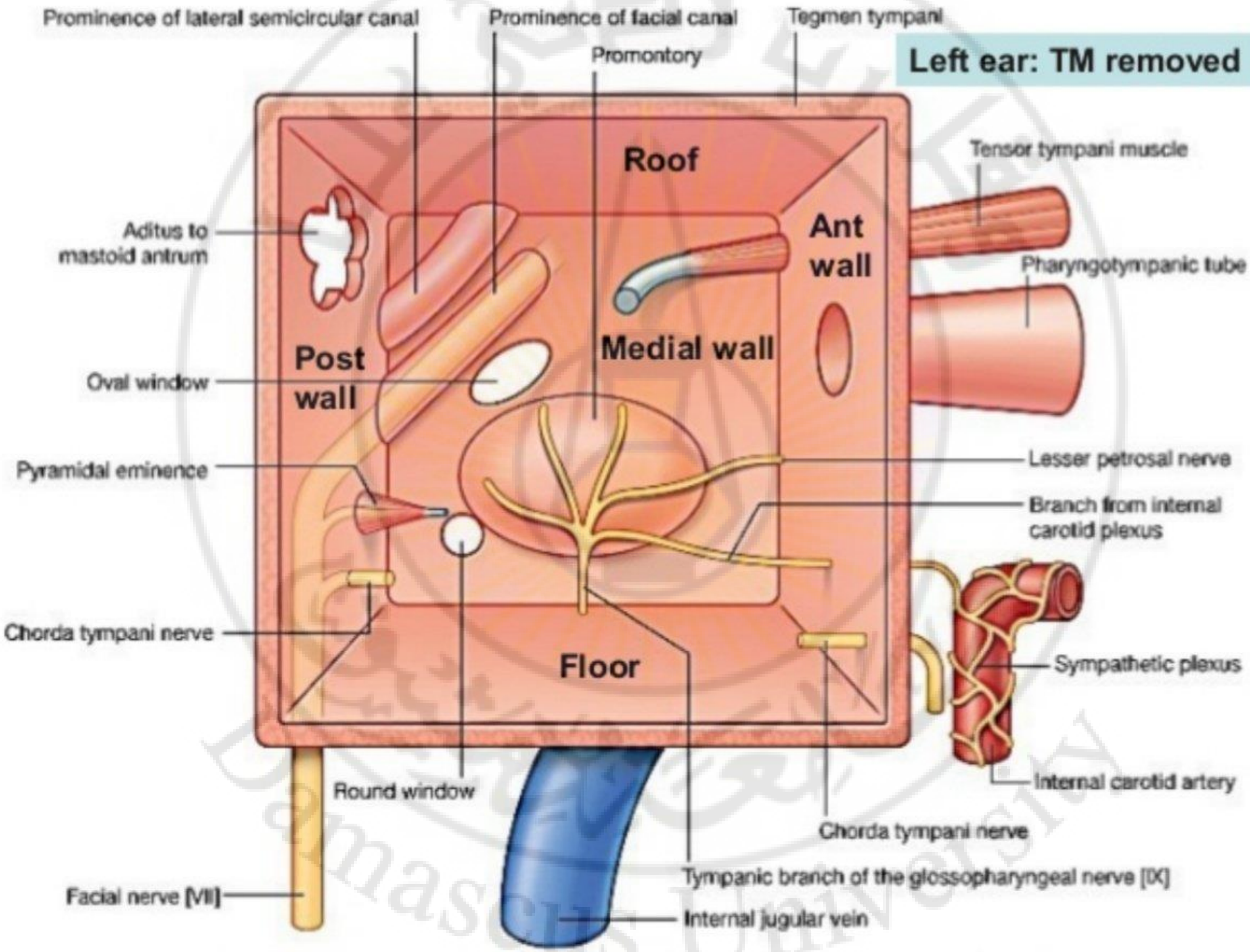
صفيحة عظمية تفصل جوف الطبل عن بصلة الوداجي.

- **الجدار الخلفي (الجدار الخشائي):**

يقع في قسمه العلوي مدخل الغار، ويُميّز عليه: الناتئ الهرمي، مدخل حبل الطبل، الردب الوجهي والحفيرة السندانية.

- **الجدار الأنسي (التيهي):**

يفصل الأذن الوسطى عن الداخلية، وأهم العناصر التي يحويها هي: الطنف وللأسفل والخلف منه الركيزة وللأعلى والخلف منه الجسير، النافذة المدورة، النافذة البيضية، تبارز قناة العصب الوجهي، تبارز القناة الهلالية الجانبية والناتئ فوقعي الشكل.


Prominence of lateral semicircular canal
Prominence of facial canal
Tegmen tympani
Promontory
Left ear: TM removed
Roof
Tensor tympani muscle
Aditus to
mastoid antrum
Ant
wall
Pharyngotympanic tube
Post
wall
Medial wall
Oval window
Lesser petrosal nerve
Pyramidal eminence
Branch from internal
carotid plexus
Chorda tympani nerve
Floor
Sympathetic plexus
Round window
Internal carotid artery
Chorda tympani nerve
Tympanic branch of the glossopharyngeal nerve [IX]
Facial nerve [VII]
Internal jugular vein

- **الجدار الوحشي:**

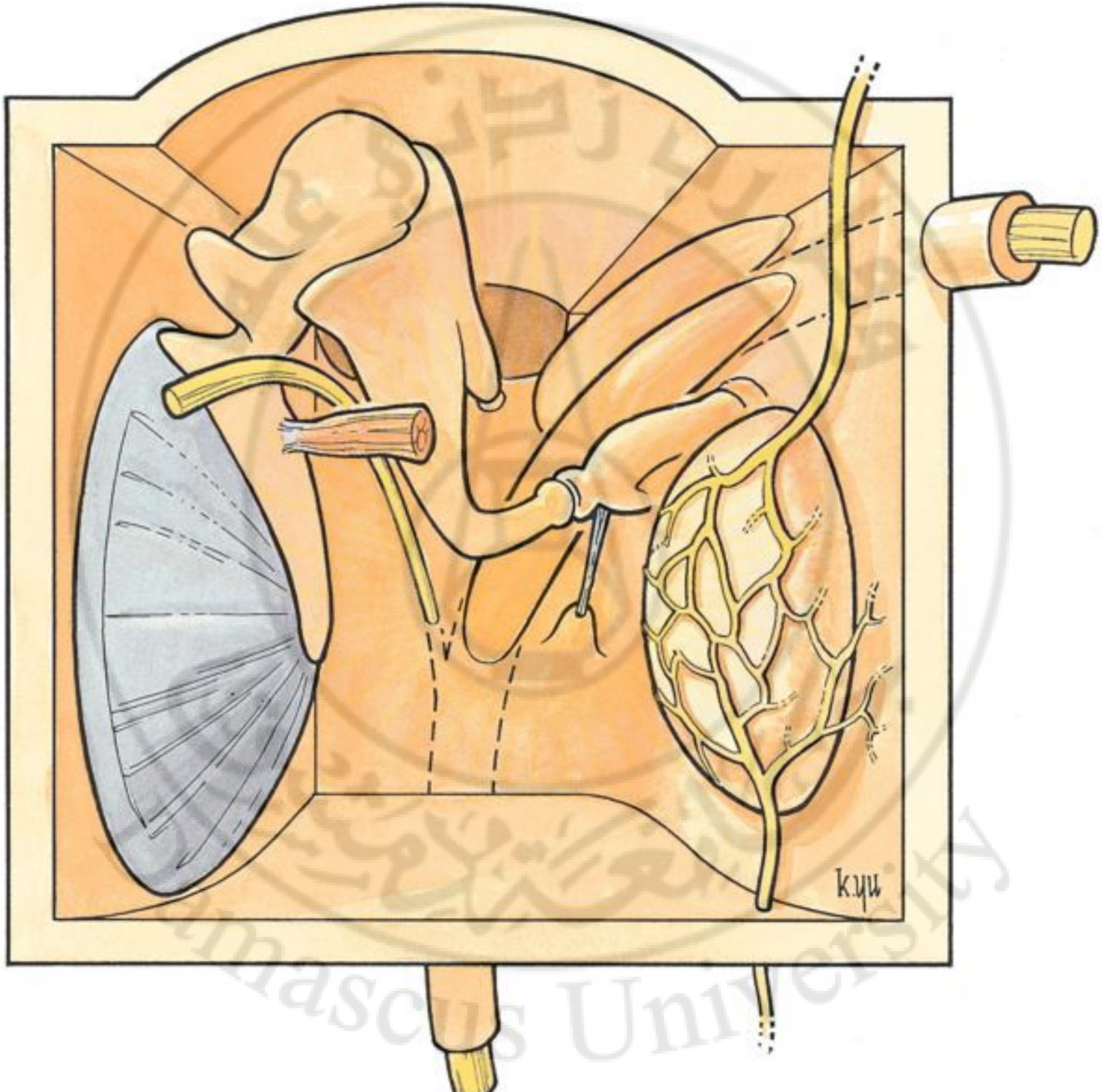
يشكل غشاء الطبل القسم الأكبر منه، في حين يُشكل الدرع القسم المتبقي متوضعاً فوق غشاء الطبل.

- **الجدار الأمامي (السباتي):**

حاجز عظمي رقيق جداً يفصل الأذن الوسطى عن قناة السباتي، يحتوي القسم العلوي منه على قناة خروج العضلة موترة الطبلة، وللأسفل منها تماماً الفتحة الطبلية لنفير أوستاش.

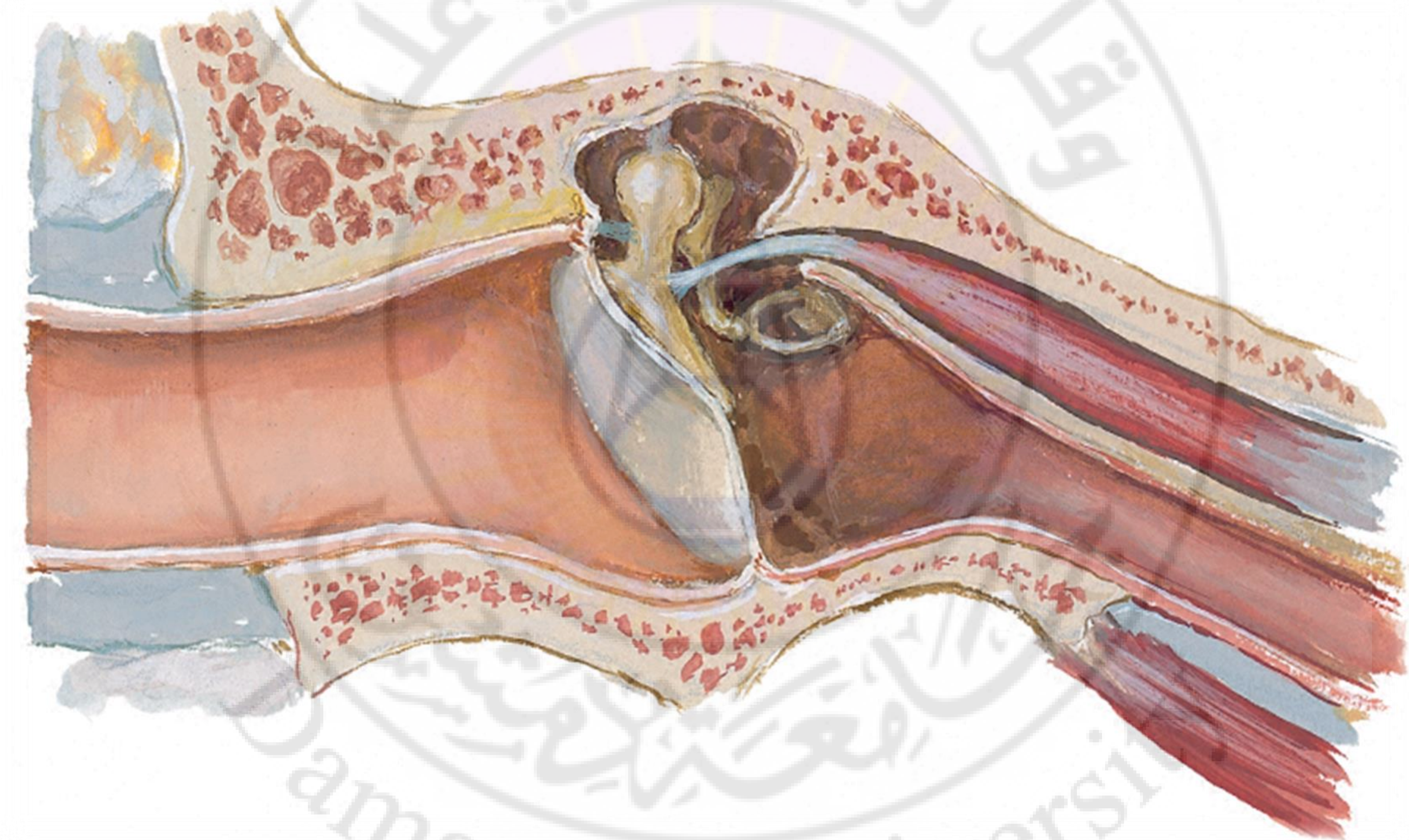
- **الجدار العلوي (سقف الأذن الوسطى):**

صفيحة عظمية رقيقة، تفصل الردب فوق الطبلة Atticعن جوف القحف (سحايا الحفرة المتوسطة).

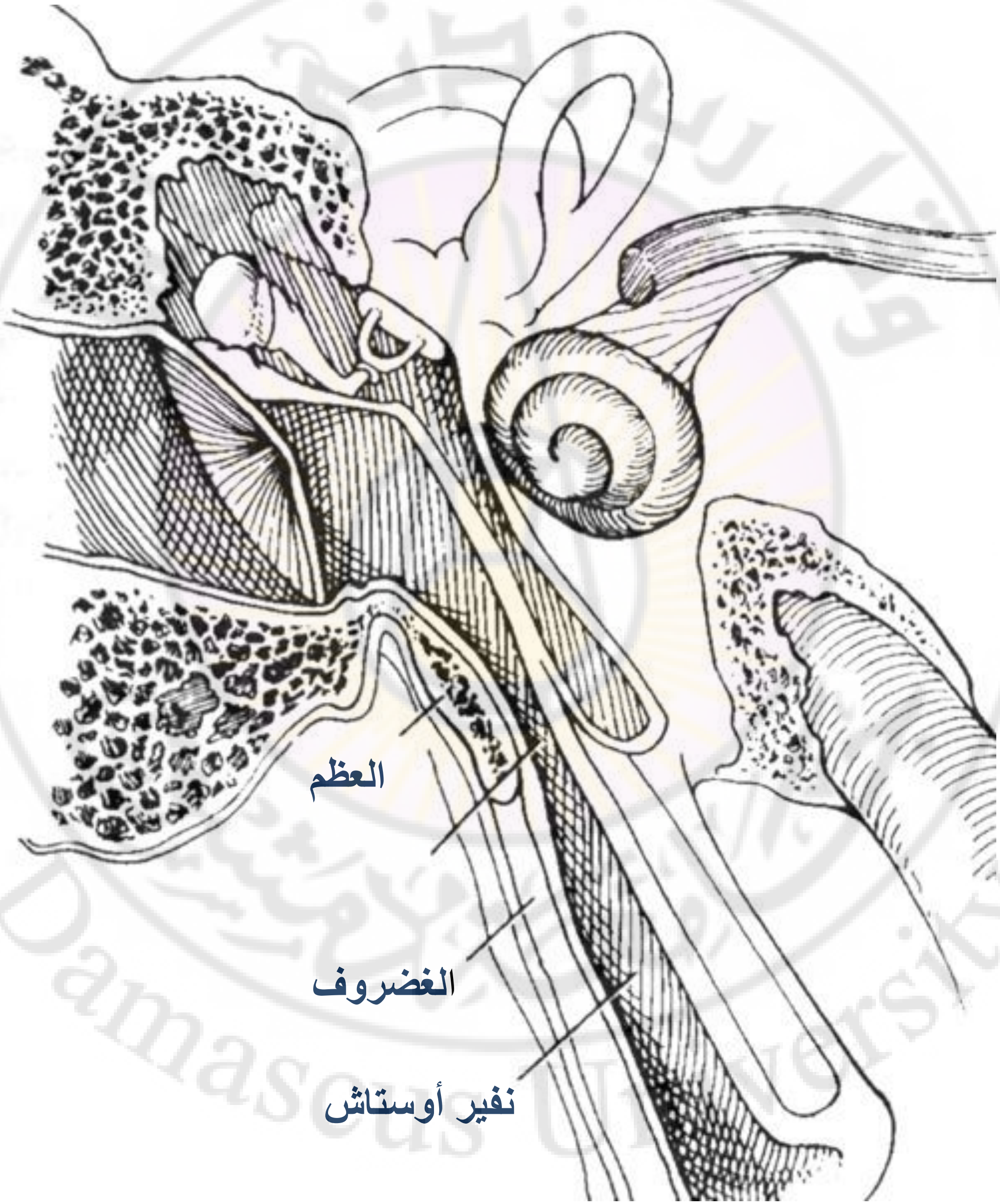

k.yu

3 . نفير أوستاش :Auditory tube

- The Eustachian tube consists of a bony part that is located close to the middle ear cavity, and a cartilaginous part that forms a closed slit where it terminates in the nasopharynx.



- The optimal function of the middle ear depends on keeping the air pressure in the middle-ear cavity close to the ambient pressure.
- That is accomplished by briefly opening the Eustachian tube.
- In the adult, the Eustachian tube is 3.5–3.9 cm long and it follows an inferior (caudal) – medially – anterior (ventral) direction in the head, tilting downwards (caudally) by approximately 45 degrees to the horizontal plane.
- The Eustachian tube is shorter in young children and it is directed nearly horizontally.


العظم
الغضروف
نفير أوستاش

- The *cartilaginous part* of the Eustachian tube forms a valve that closes the middle ear off from pressure fluctuations in the pharynx such as occurs during breathing and it decreases transmission of a person's voice to the middle-ear cavity.
- The mucosa inside the Eustachian tube is rich in cells that produce mucus and it has cilia that propel mucus from the middle ear to the nasopharynx.
- The slit shaped cartilaginous part of the Eustachian tube allows transport of material from the middle-ear cavity to the nasopharynx but not the other way.

- The most common way the Eustachian tube opens is by contraction of a muscle, the tensor veli palatini muscle.
- The tensor veli palatini muscle is located in the pharynx and innervated by the motor portion of the fifth cranial nerve.
- This muscle contracts naturally when swallowing and yawning.

3 . العظيمات السمعية :

- **المطرقة Malleus :** وتشمل المكونات التالية :

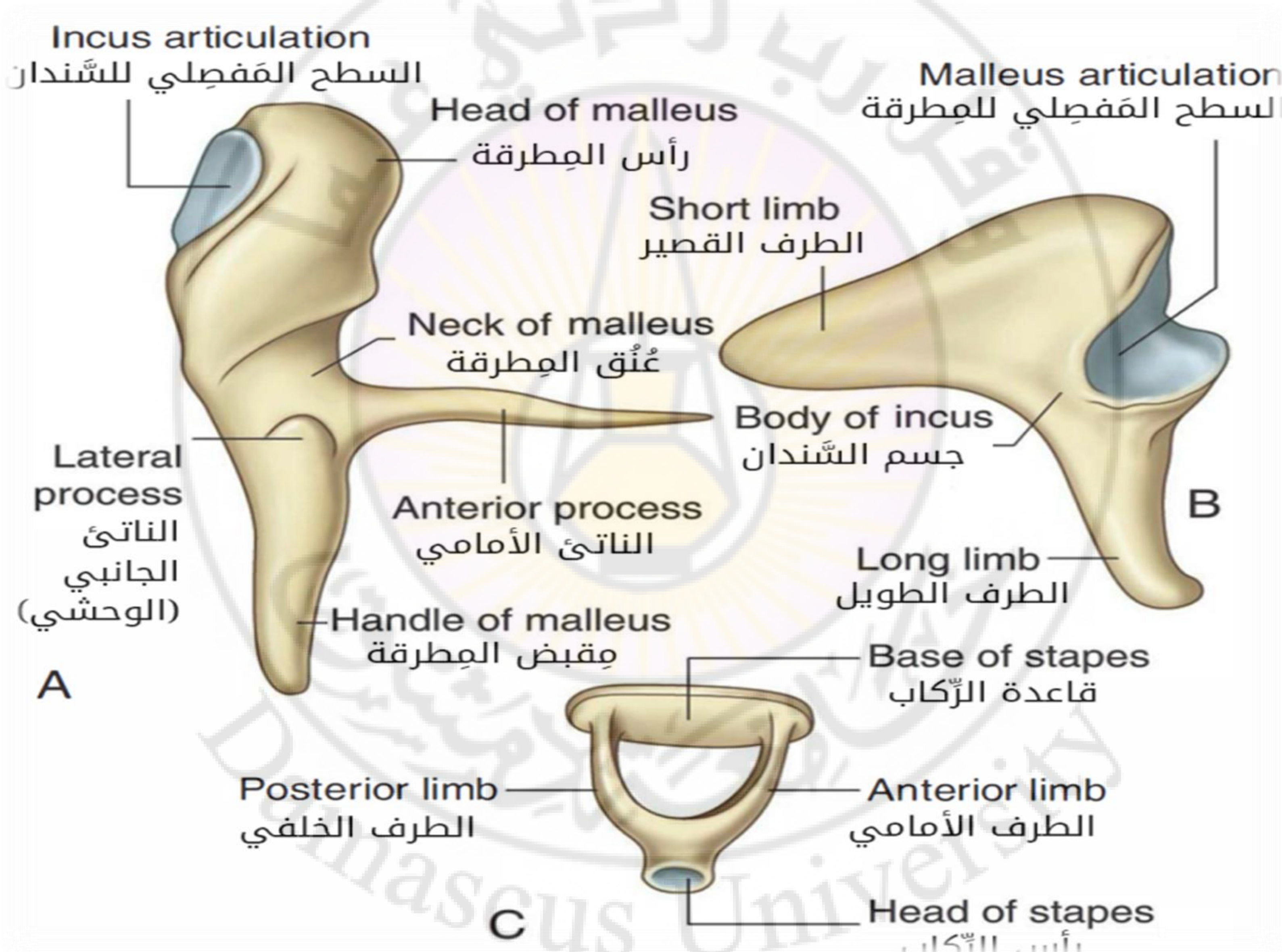
رأس، عنق، ناتئ أمامي، ناتئ وحشي قصير وقبضة تلتصق نهايتها السفلية بقوة على غشاء الطبل في منطقة السرة، وتمتلك تقوساً بسيطاً للأنسي بين الناتئ الوحشي والسرة يسمح بتشكيل الطية المطرقية.

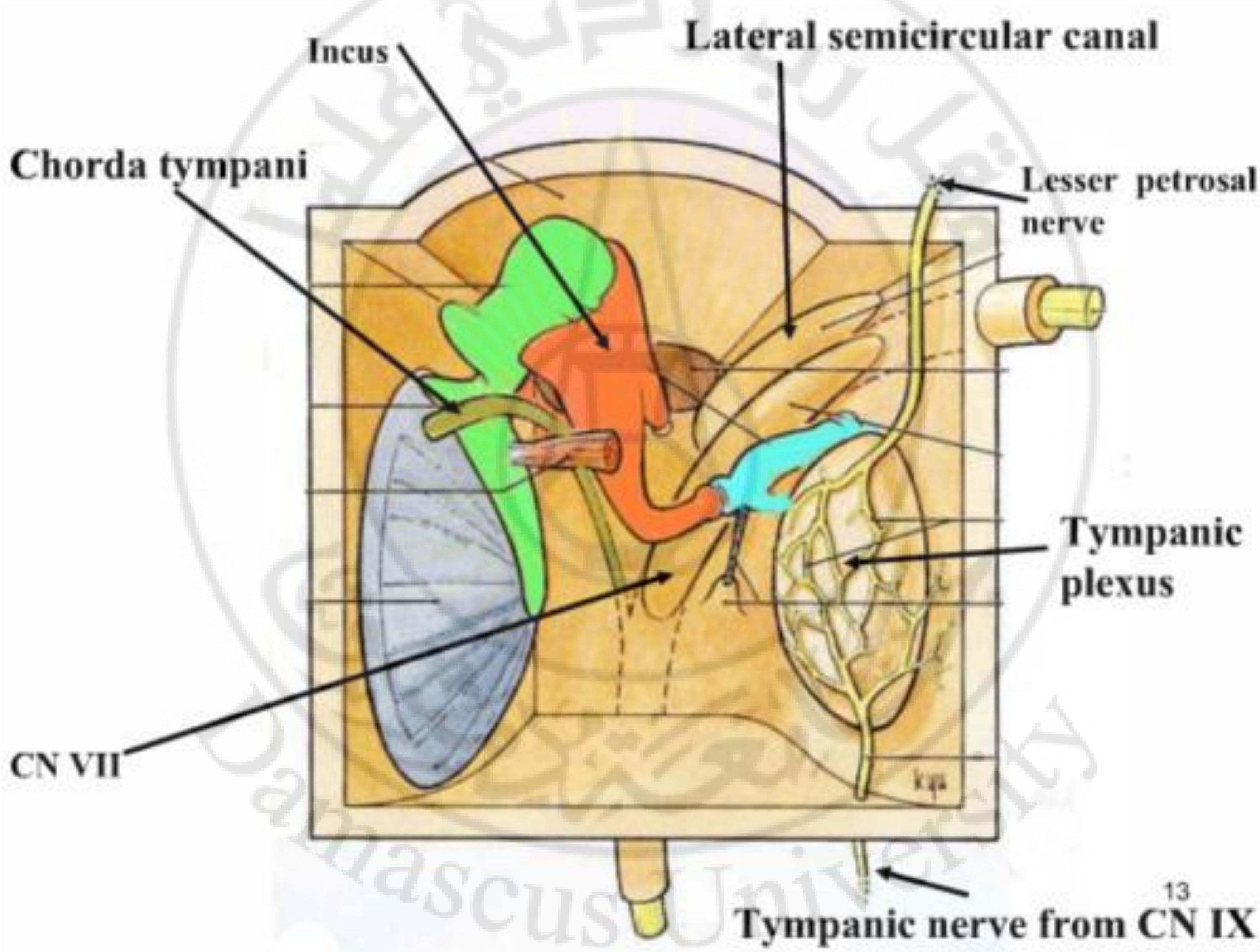
- **السندان Incus :** ويشتمل المكونات التالية:

جسم يقع في العلية ويتمفصل مع رأس المطرقة، ناتئ قصير يمتد خلفياً ليحتل الحفيرة السندانية الخلفية، ناتئ طويل يمتد سفلياً بشكل موازٍ لقبضة المطرقة، وناتئ عدسي يشكل مع رأس الركابة مفصلاً زليلياً.

- **الركابة Stapes :** أصغر عظام جسم الإنسان، وتشتمل المكونات التالية:

رأس أسطواني الشكل، عنق قصير جداً، سويقتين أمامية وخلفية، وقاعدة الركابة ذات الشكل البيضوي تقريباً

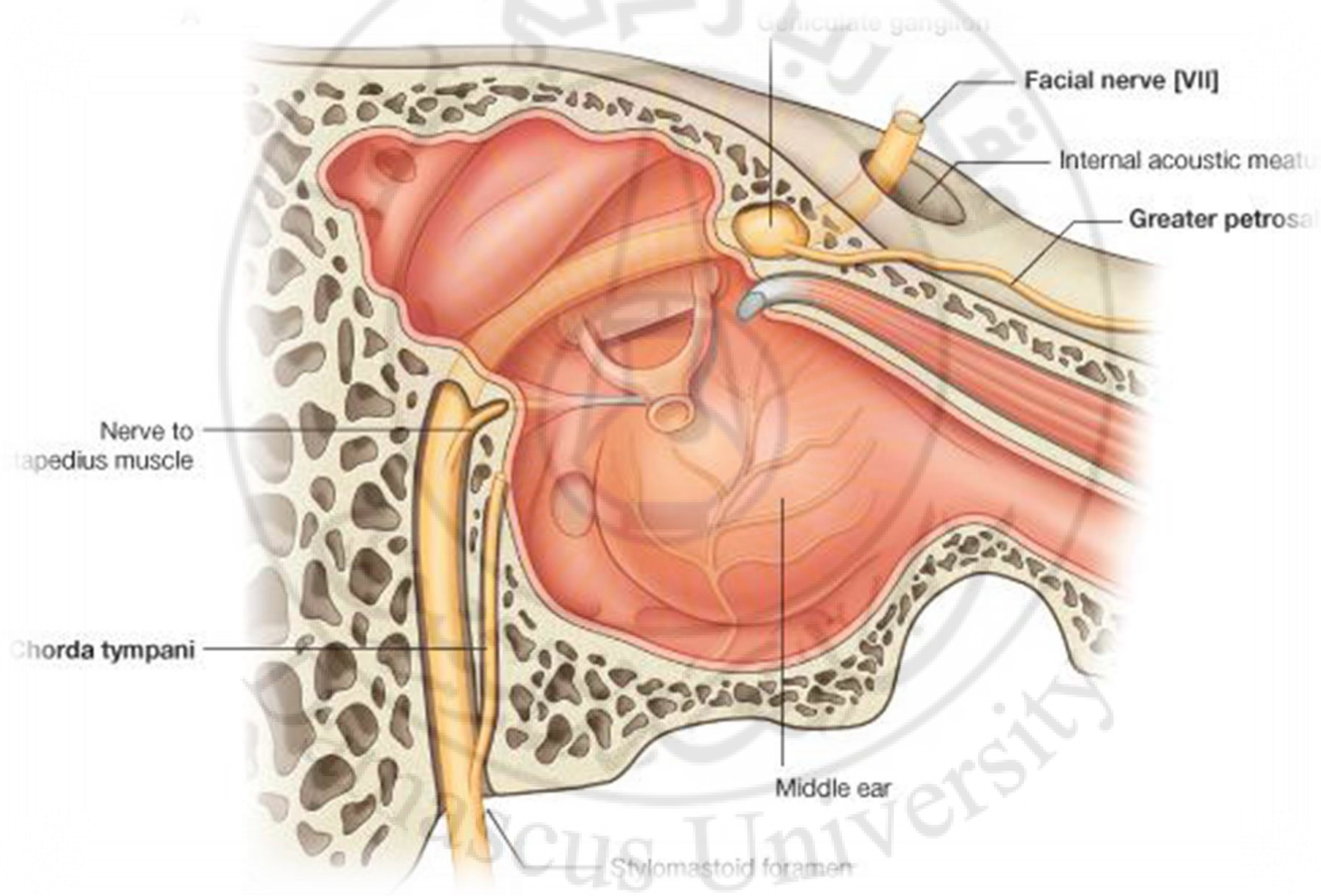

Incus articulation
السطح المَفصِلي للسَّندان
Head of malleus
رأس المِطرقة
Neck of malleus
عُنُق المِطرقة
Lateral process
الناتئ الجانبي (الوحشي)
Anterior process
الناتئ الأمامي
Handle of malleus
مِقبض المِطرقة
A
Malleus articulation
السطح المَفصِلي للمِطرقة
Short limb
الطرف القصير
Body of incus
جسم السَّندان
B
Long limb
الطرف الطويل
Base of stapes
قاعدة الرِّكاب
Posterior limb
الطرف الخلفي
Anterior limb
الطرف الأمامي
Head of stapes
C


Incus
Lateral semicircular canal
Chorda tympani
Lesser petrosal nerve
Tympanic plexus
CN VII
Tympanic nerve from CN IX

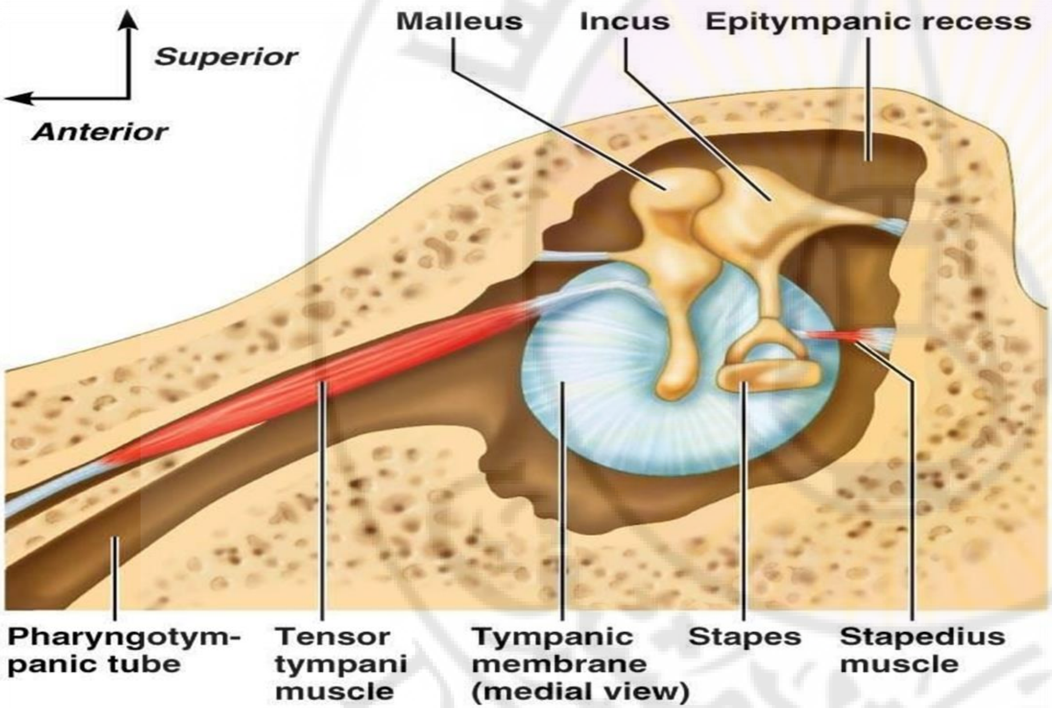
4 . عضلات الأذن الوسطى :

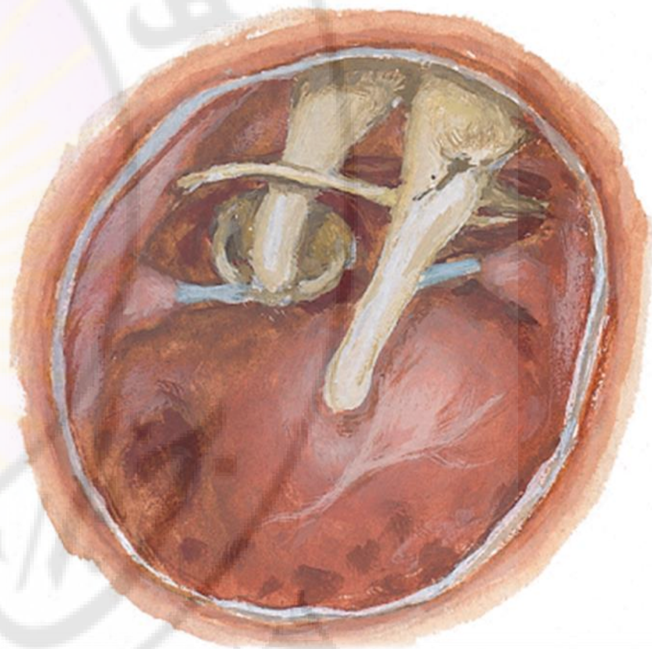
- **العضلة الركابية (Stapedial Muscle):**
  - تنشأ من البارزة الهرمية على الوجه الخلفي لجوف الطبل.
  - ترتكز على عنق الركابة.
  - يعصبها العصب الوجهي (CN VII).

- **العضلة الموترة للطبلة (Tensor Tympani):**
  - تنشأ من نفق عظمي يتوضع ضمن الجدار الأمامي لجوف الطبل.
  - ترتكز على عنق المطرقة.
  - يعصبها العصب مثلث التوائم (CN V).
  - تلعب دوراً في حماية الأذن من الأصوات العالية.



Geniculate ganglion
Facial nerve [VII]
Internal acoustic meat
Greater petrosa
Nerve to
tapedius muscle
horda tympani
Middle ear
Stylomastoid foramen


Malleus
Incus
Epitympanic recess
Superior
Anterior
Pharyngotym-
panic tube
Tensor
tympani
muscle
Tympanic
membrane
(medial view)
Stapes
Stapedius
muscle



انتهت المحاضرة

تشريح الأذن الداخلية

الجزء الثاني

كلية العلوم الصحيّة

قسم السمعيات – ٢٠٢٣

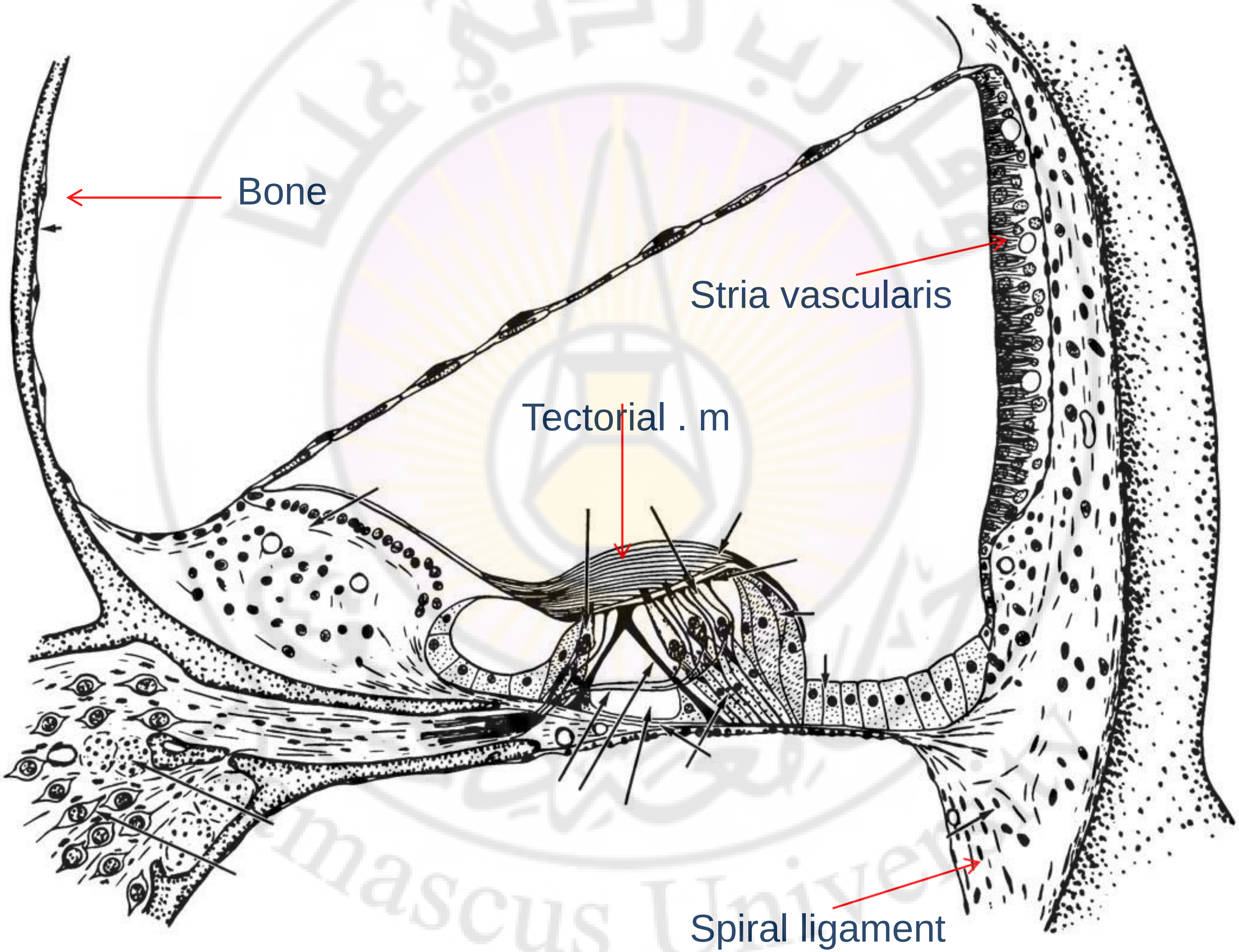
د. تامار يارد

Cochlea :

- The cochlea is a snail-shaped bony structure that contains the sensory organ of hearing.
- The cochlea in humans has a little more than 2 1/2 turns.
- Uncoiled the cochlea has a length of 3.1–3.3 cm.
- The height of the cochlea is approximately 0.5 cm in humans.
- The cochlea, together with the vestibular organ, is totally enclosed in the temporal bone, which is one of the hardest bones in the entire body.
- Together the cochlea and the vestibular organs are often referred to as the labyrinth.
- The bony structures are known as the bony labyrinth and the content is the membranous labyrinth.

- The cochlea has three fluid-filled canals: the scala vestibuli; the scala tympani; and the scala media.

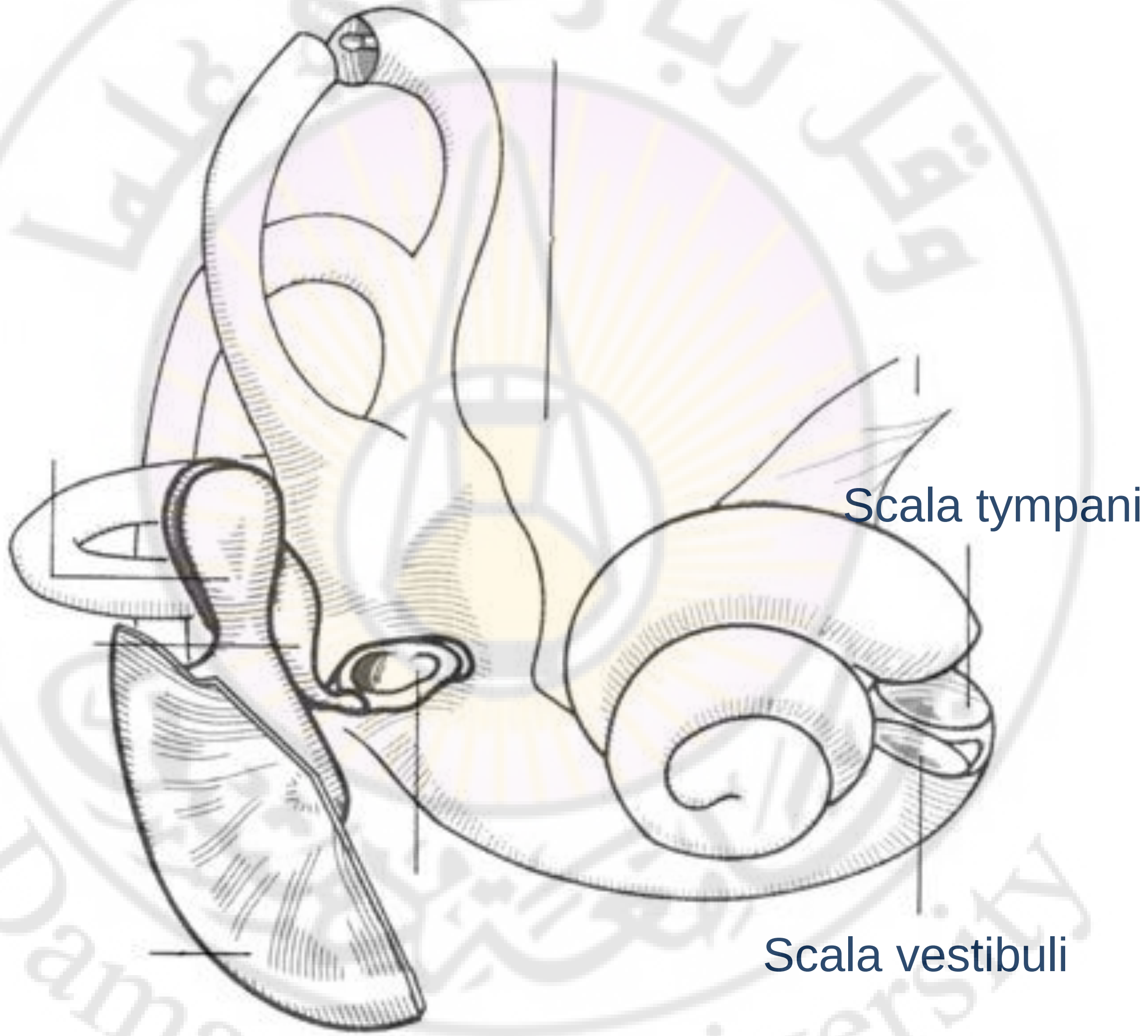
- The scala media, located in the middle of the cochlea, is separated from the scala vestibuli by Reissner's membrane and from the scala tympani by the basilar membrane.


Bone
Stria vascularis
Tectorial . m
Spiral ligament

- The ionic composition of the fluid in the scala media is similar to that of intracellular fluid, thus rich in potassium and low in sodium, while the fluid in the scala vestibuli and scala tympani is similar to that of extracellular fluid such as the cerebrospinal fluid, thus rich in sodium and poor in potassium.

- The scala media narrows towards the apex of the cochlea ending just short of the apical termination of the bony labyrinth.
- An opening near the apical termination of the bony labyrinth, called the helicotrema, allows communication between the scala vestibuli and scala tympani.
- In humans, the area of this aperture is approximately 0.05 mm^2.

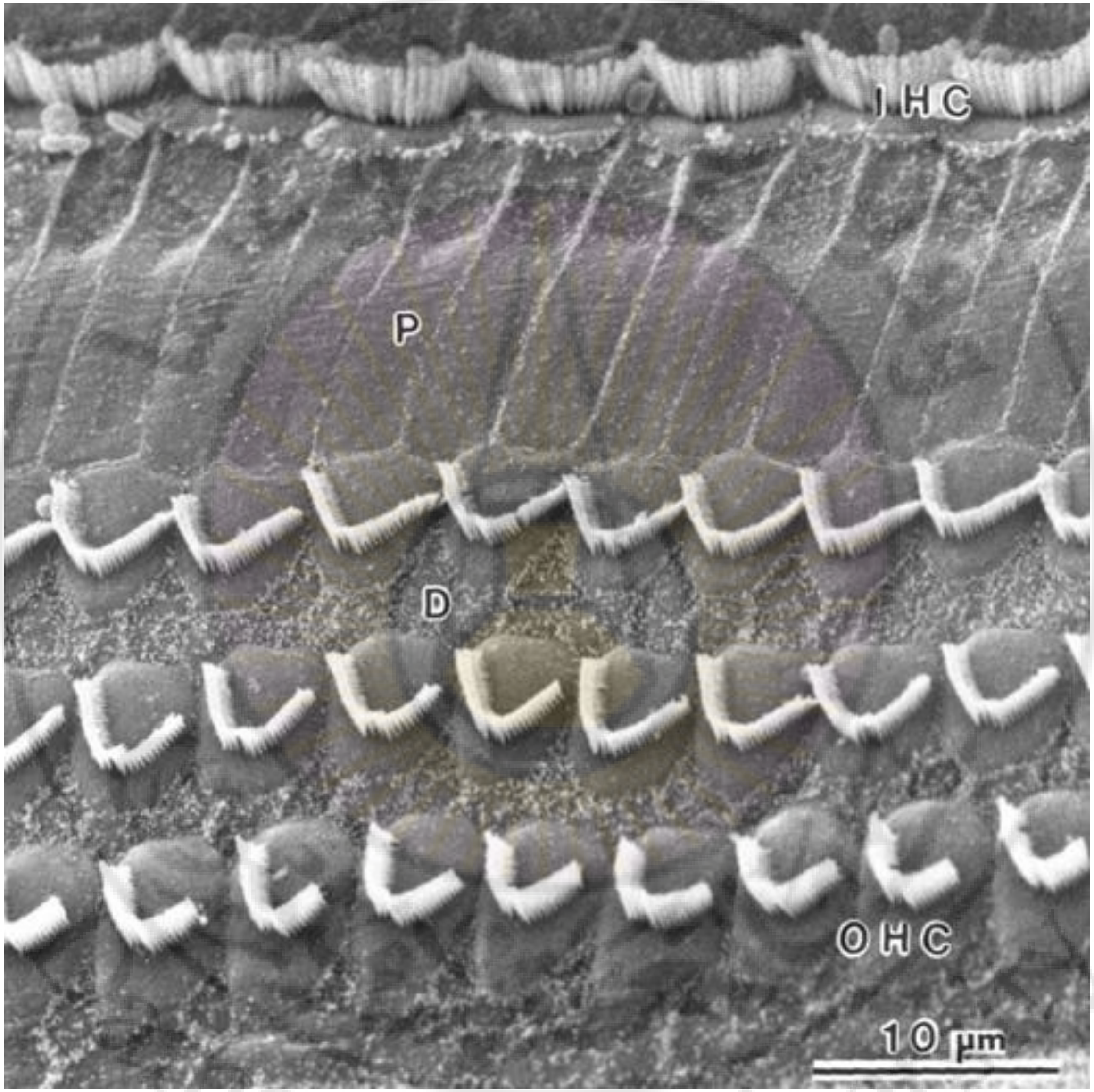
- The basilar membrane separates sounds according to their frequency (spectrum) and the organ of Corti, located along the basilar membrane, contains the sensory cells (hair cells) that transform the vibration of the basilar membrane into a neural code.


Scala tympani
Scala vestibuli

Organ of corti :

- The organ of Corti contains many different kinds of cells.
- The sensory cells, the hair cells, so called because of the hair-like bundles that are located on their top, are arranged in rows along the basilar membrane.
- The hair cells have bundles of stereocilia on their top.
- The hair cells are of two main types: outer hair cells and inner hair cells.

- The human cochlea has approximately 12,000 outer hair cells arranged in 3–5 rows along the basilar membrane, and approximately 3,500 inner hair cells arranged in a single row.
- On each outer hair cell, 50–150 stereocilia are arranged in 3–4 rows that assume a W or V shape whereas the inner hair cells stereocilia are arranged in flattened U shaped formations.
- Between the row of inner hair cells and the rows of outer hair cells is the tunnel of Corti, bordered by inner and outer pillar cells.



Scanning electron micrograph of a section of the organ of Corti with the tectorial membrane removed to show the organization of the hair cells. One row of inner hair cells (IHC) is visible at the top of the figure and three rows of outer hair cells (OHC) in typical W-shaped formation of stereocilia on the top of the cells are seen.

The outer hair cells are different from the inner hair cells in several ways :

- Outer hair cells are cylindrical in shape while the inner hair cells are flask-shaped or pear-shaped.
- The stereocilia are linked to each other with specific structures (cross-links).
- The tallest tips of the outer hair cell stereocilia are embedded in the overlying tectorial membrane, whereas the tips of the inner hair cell stereocilia are not.

- The outer hair cells in the apical region of the cochlea are longer than in the more basal regions.
- Inner hair cells have similar dimension in the entire cochlea.
- The stereocilia on inner hair cells that are located at the base of the cochlea are shorter than stereocilia of hair cells that are located in the apical region of the cochlea.

- In addition to hair cells, other types of cells are found in the cochlea. Supporting cells of the organ of Corti are the Deiter's cells and Henson's cells.
- The stria vascularis is an important structure located between the perilymphatic and the endolymphatic space along the cochlear wall.
- The stria vascularis has a rich blood supply and its cells are rich in mitochondria, indicating that it is involved in metabolic activity.
- Many of its intermediate cells have a high content of melanin.
- The spiral ligament, to which the basilar membrane is attached, supports the stria vascularis.

Basilar Membrane :

- The basilar membrane consists of connective tissue and it forms the floor of the scala media.
- It has a width of approximately 150 µm in the base of the cochlea and it is approximately 450 µm wide at the apex.
- It is also stiffer in the basal end than at the apex.
- Due to this gradual change in stiffness, sounds that reach the ear create a wave on the basilar membrane that travels from the base towards the apex of the cochlea.

- This traveling wave motion is the basis for the frequency separation that the basilar membrane provides before sounds activate the sensory cells that are located along the basilar membrane.
- The frequency analysis in the cochlea is complex, involving interactions between the basilar membrane, the surrounding fluid, and the sensory cells.
- The outer hair cells interact actively with the motion of the basilar membrane.

Innervation of Hair Cells ??

- Three types of nerve fibers innervate the cochlea:

1. Afferent auditory nerve fibers,
2. Efferent auditory fibers (olivocochlear bundle),
3. Autonomic (adrenergic) nerve fibers.

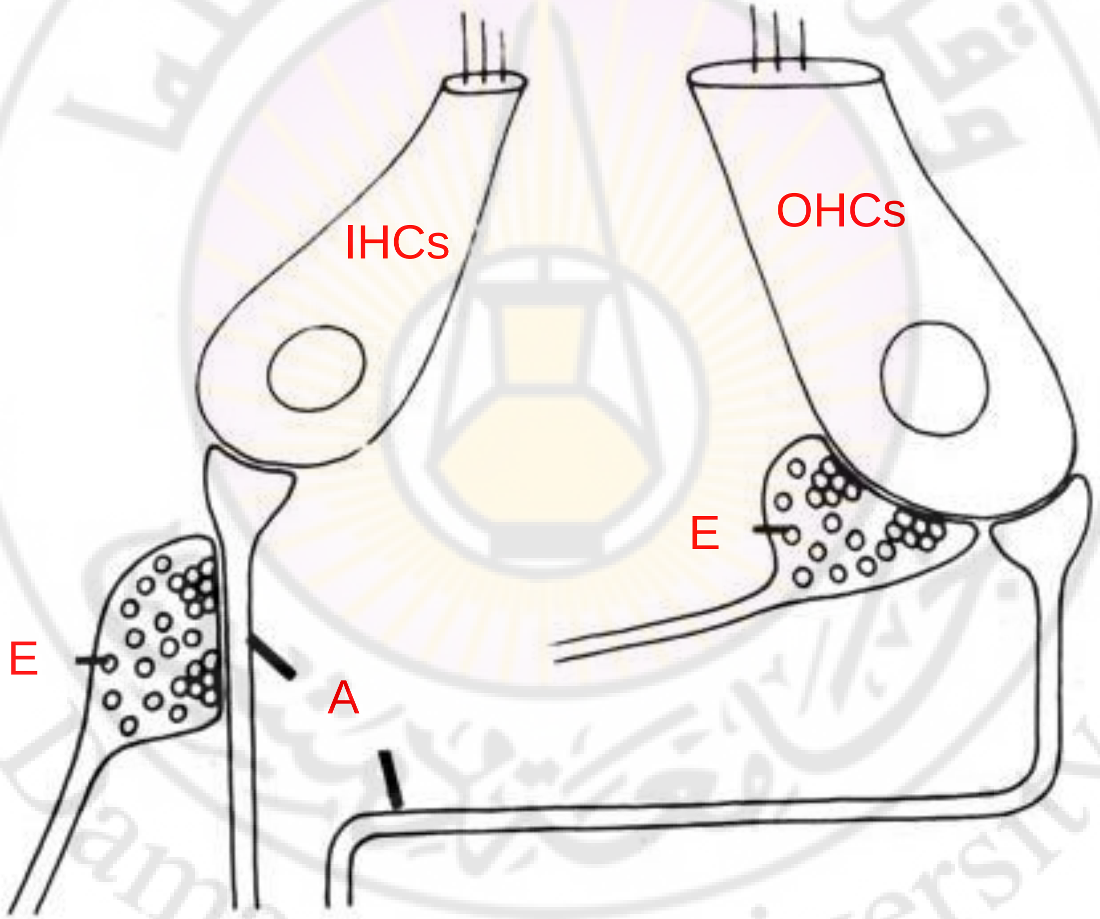
- The afferent auditory nerve fibers are bipolar cells, the cell bodies of which are located in the spiral ganglion that is located in a bony canal, the Rosenthal's canal.
- In humans, the auditory nerve has approximately 30,000 afferent nerve fibers.

- Two types of afferent fibers have been identified.

Type I	Type II
Myelinated	Unmyelinated
Large cell bodies	Small cell bodies
95% of the auditory nerve fibers	5% of the auditory nerve fibers
Many type I auditory nerve fibers terminate on each IHCs	A single type II auditory nerve fiber connects to many OHCs
Outer spiral fiber,	Inner radial fibers

- The auditory nerve fibers connect to the hair cells via synapses.
- These connections are different for inner and outer hair cells.
- It has been estimated that each inner hair cell receives approximately 20 nerve fibers.

- The hair cells also receive different connections from the descending auditory nervous system, the olivocochlear bundle (Rasmussen's bundle).
- Outer hair cells receive the largest number of such nerve fibers.
- The efferent fibers (approximately 500–600) in humans have their cell bodies in the nuclei of the superior olivary complex (SOC) of the brain stem.

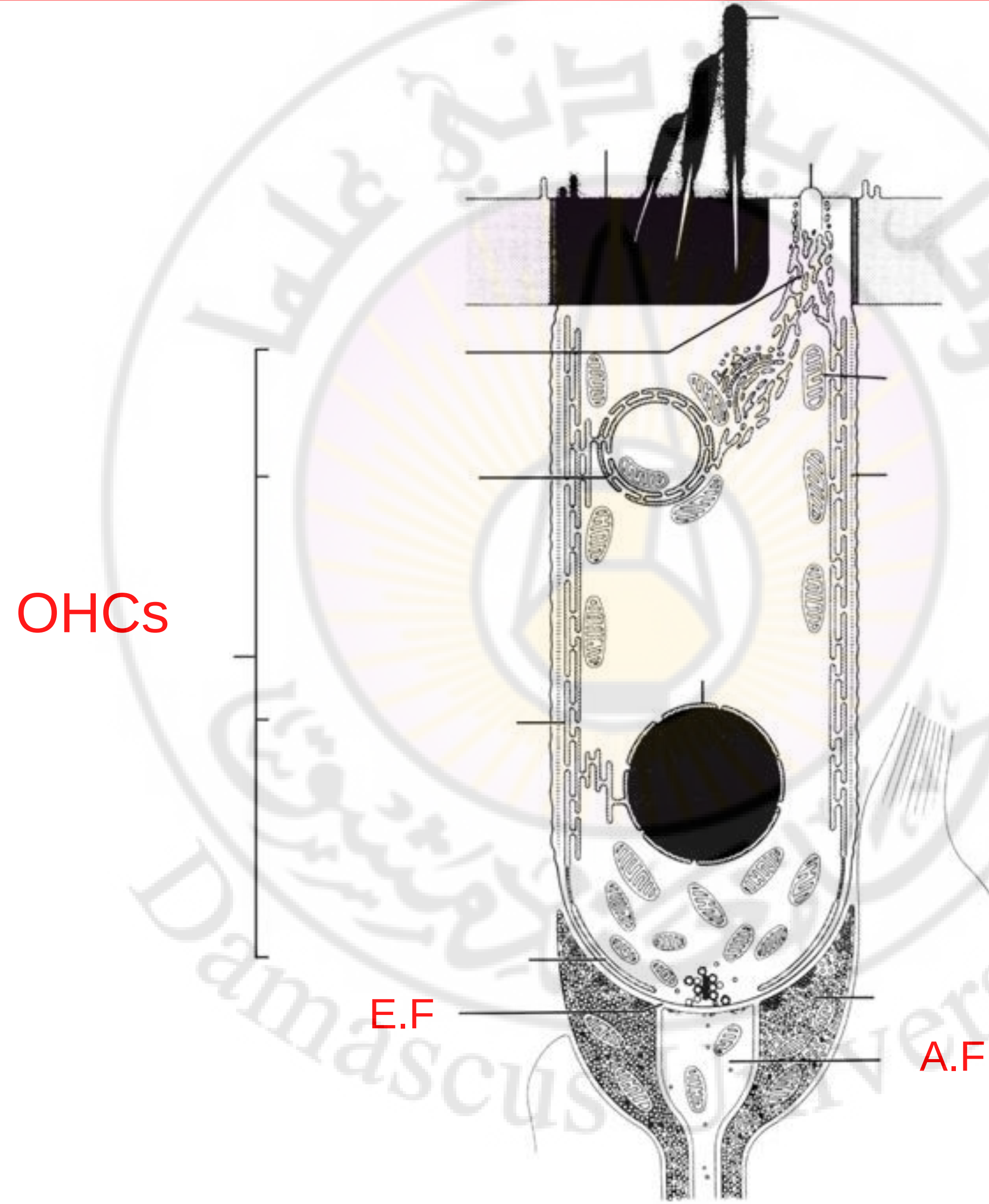

IHCs
OHCs
E
E
A

- These fibers are of two kinds:

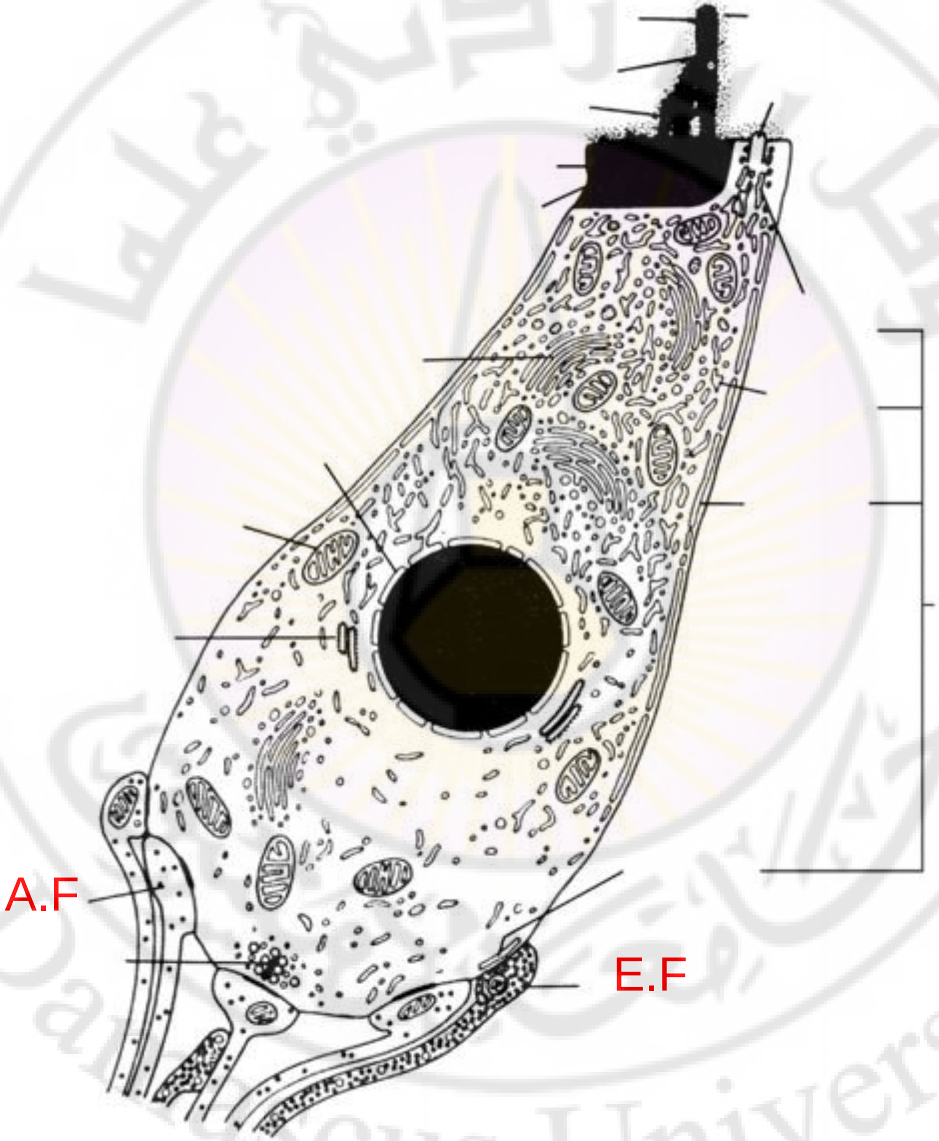
Medial	Lateral
Large myelinated fibers	Small unmyelinated fibers
Originate in the medial superior olivary (MSO) complex	Originate in the lateral nucleus of the superior olivary complex (LSO)
Terminate on outer hair cells.	Terminate on type I afferent connections that leaves the inner hair cells.
Mostly originate from cells on the opposite side and thus cross the mid-line	Mostly on the same side as the ear

- Each outer hair cell receives many efferent fibers and each efferent fiber connects to many outer hair cells.
- The efferent fibers that reach outer hair cells mainly make presynaptic connections while those reaching the inner hair cells make postsynaptic connections.
- Efferent fibers connect more sparsely to inner hair cells.

- It is important to notice that the efferent fibers act directly on outer hair cells while efferent fibers only affect the output of inner hair cells by controlling the neural excitation in the nerve fibers that leave inner hair cells.
- The importance of that will become evident in discussions of the function of outer hair cells compared with that of inner hair cells.



OHCs
E.F
A.F



IHCs

- The inner ear also has an autonomic nerve supply.
- The autonomic fibers, mostly adrenergic sympathetic nerve fibers, mainly innervate blood vessels but they also contact hair cells.

انتهت المحاضرة

الجهاز الدهليزي

كلية العلوم الصحيّة

قسم السمعيات – ٢٠٢٣

د. تامار يارد

- الجهاز الدهليزي هو الجهاز المسؤول عن توازن الجسم.

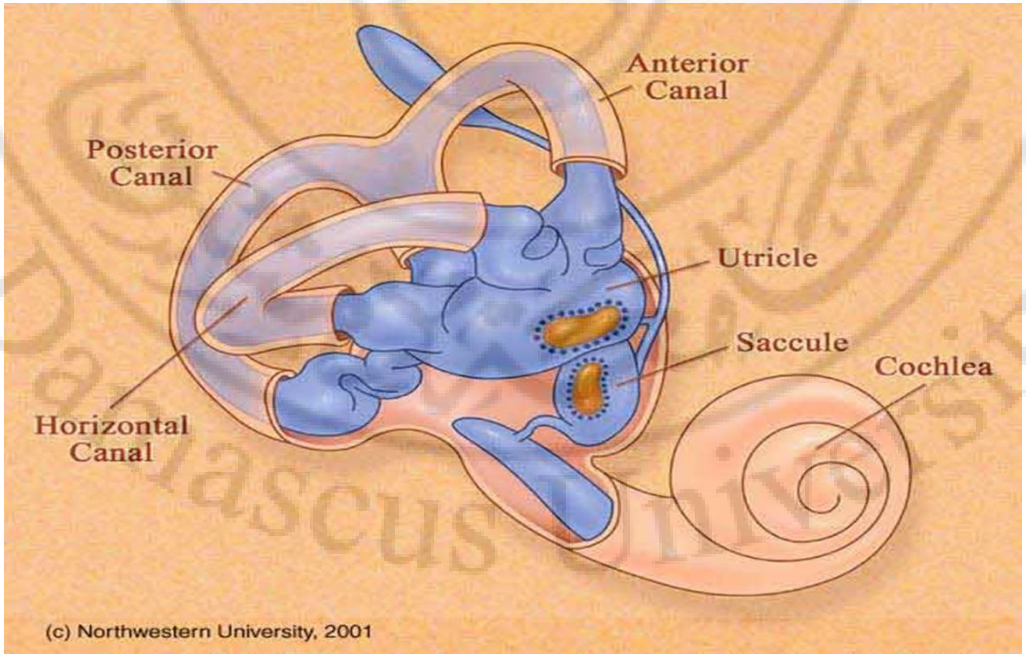
- يتضافر الدهليز مع الجهاز البصري والحس العميق لتأمين توازن جسم الإنسان في الفراغ أثناء القيام بمختلف التحركات.

- يتألف الجهاز الدهليزي عند الإنسان من:
  - الدهليز العظمي الذي يحوي ضمنه القريبة والكييس الغشائيين.
  - القنوات الثلاث نصف الهلالية العظمية التي تحوي ضمنها القنوات الغشائية.

- تتعصب البنى السابقة بواسطة الفرع الدهليزي للعصب القحفي الثامن.

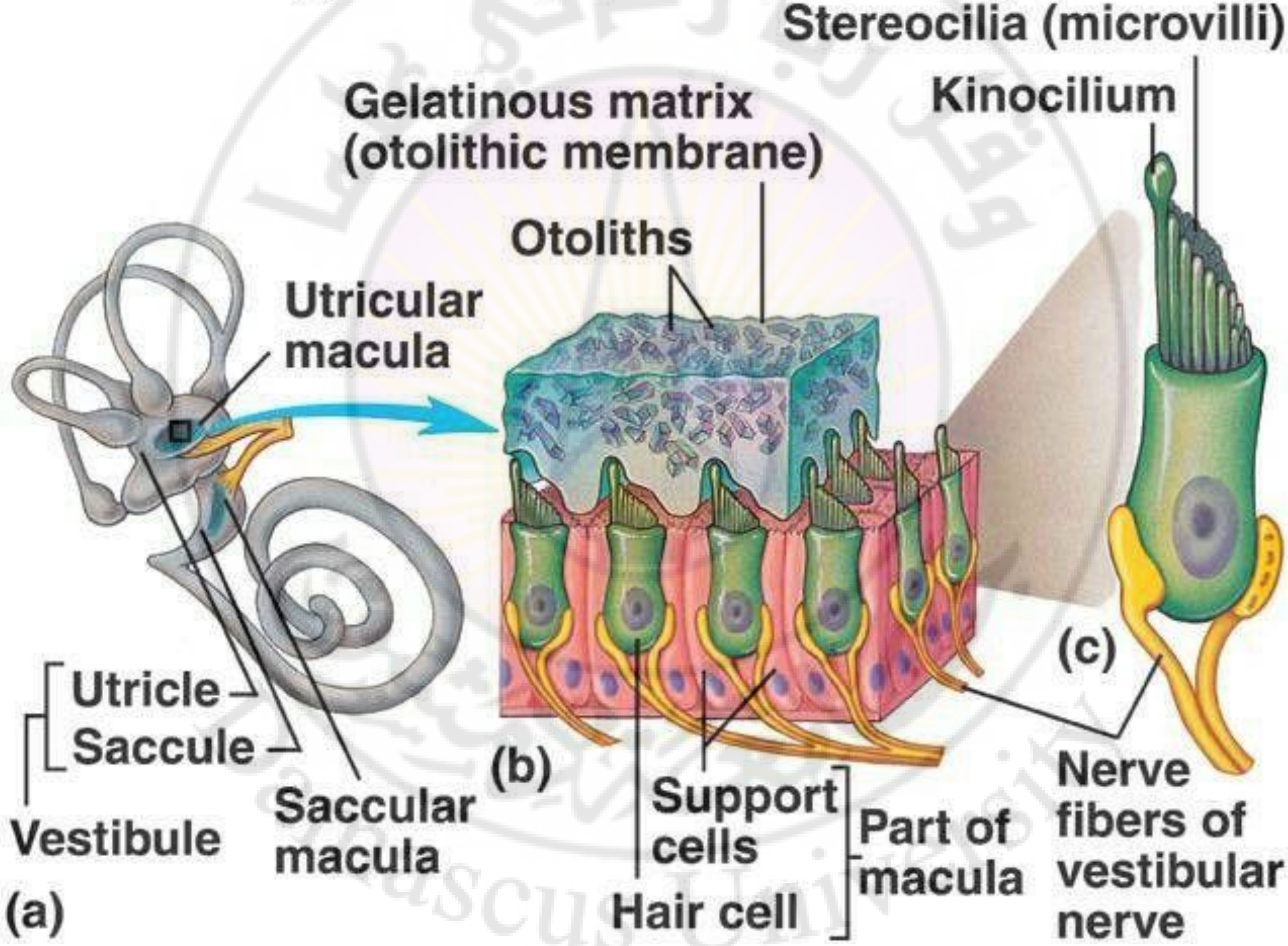
الدهليز Vestibule:

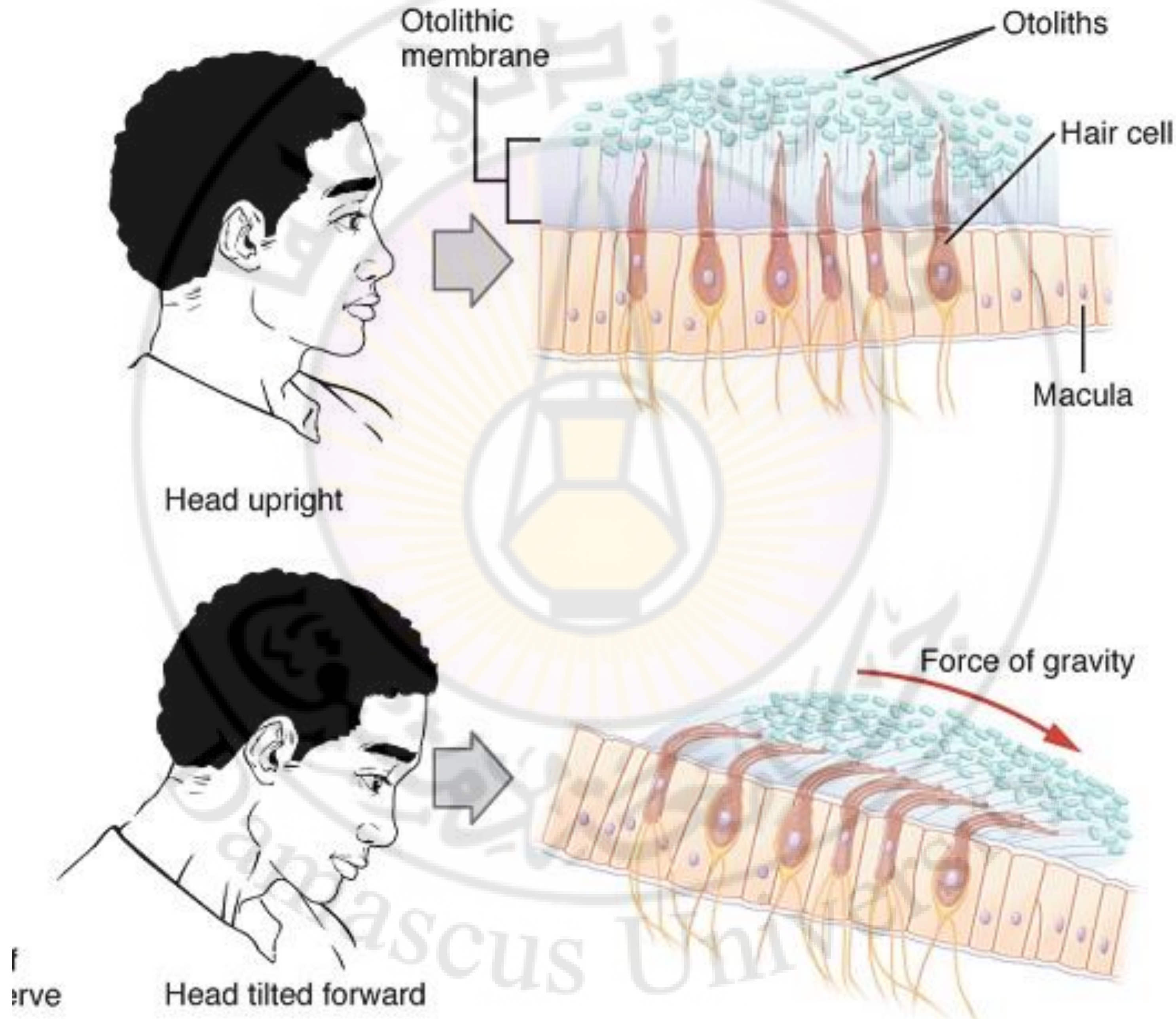
- يتألف من القريبة والكييس الغشائيين.
- يعتبر مسؤولاً عن حفظ توازن الجسم أثناء الحركات الخطية.
- يضم كل منهما بنية عصبية تسمى اللطخة (Macula).
- تحوي ضمنها الخلايا العصبية التي تتأثر بتبدلات وضعية الجسم وترسل الإشارات العصبية نحو مراكز التوازن الدماغية.



اللطخة Macula:

- تتوضع ضمن القريبة والكييس الغشائيين.
- تعتبر العضو العصبي المسؤول عن حساسية الجسم للتسارعات الخطية.
- تتألف من مجموعة من الخلايا أسطوانية الشكل تحمل على سطحها أهداب متدرجة في الطول.
- تتلقى تعصيب من الفرع الدهليزي للعصب القحفي الثامن.
- يعلوها بنية هلامية تحوي ضمنها حبيبات كلسية تسمى الرمال الأذنية (Otoliths).


Stereocilia (microvilli)
Kinocilium
Gelatinous matrix
(otolithic membrane)
Otoliths
Utricular
macula
(a)
Utricle
Saccule
Vestibule
Saccular
macula
(b)
Support
cells
Hair cell
Part of
macula
(c)
Nerve
fibers of
vestibular
nerve

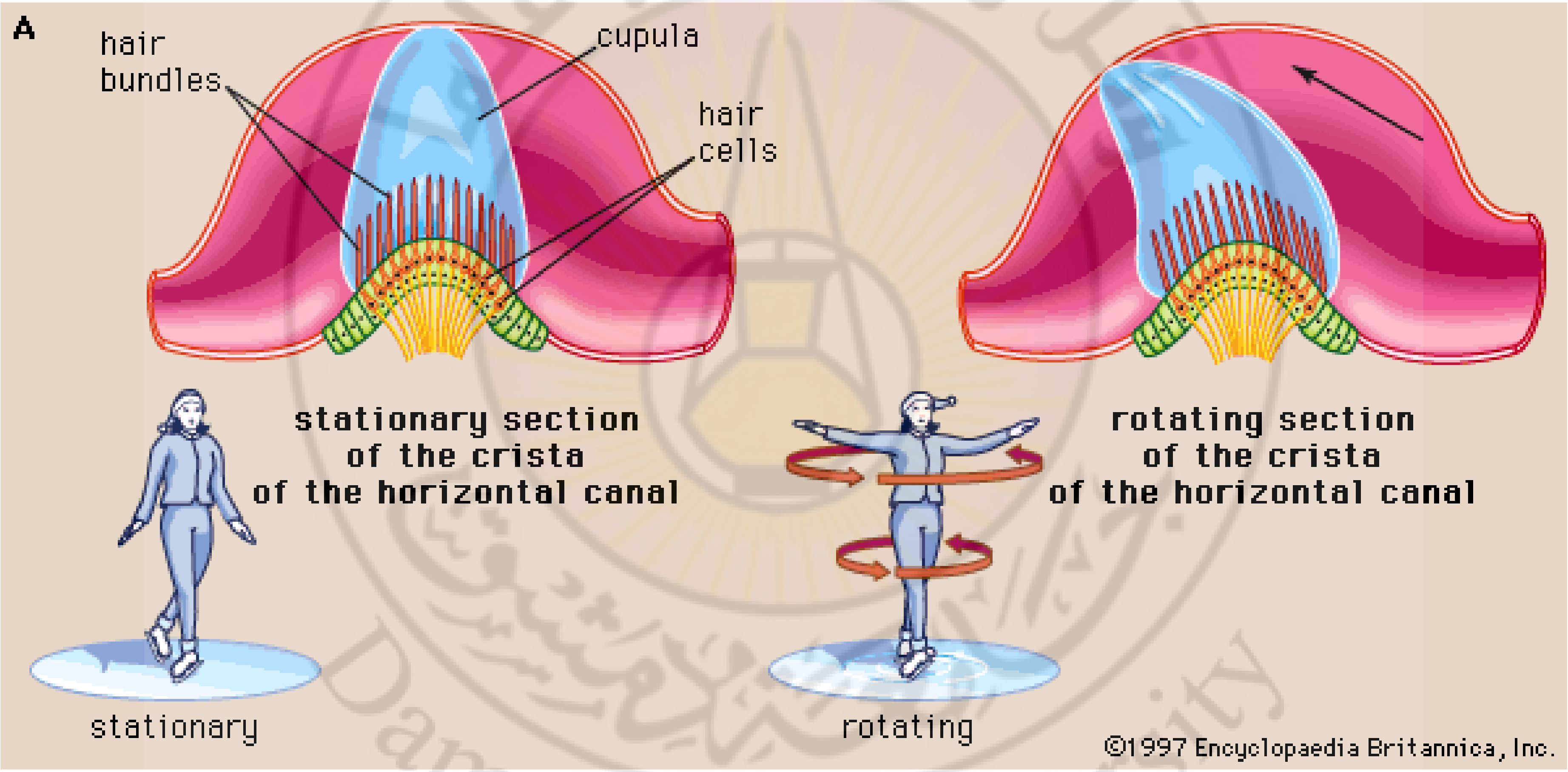

Otolithic membrane
Otoliths
Hair cell
Macula
Head upright
Force of gravity
Head tilted forward

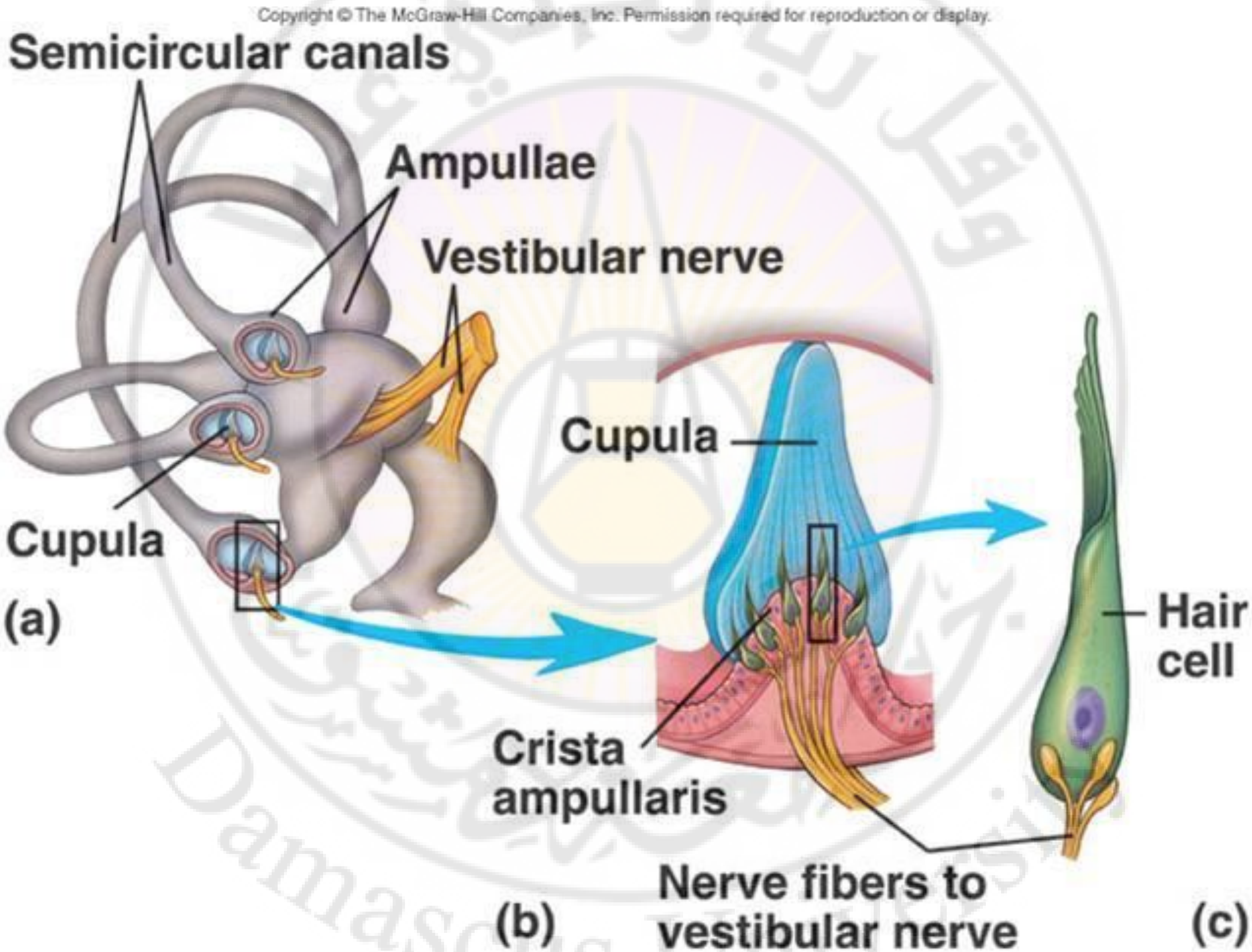
القنوات الهلالية Semicircular Canals:

- تنفتح على القريبة عبر ٥ فتحات (تشترك القناة الخلفية والعلوية بفتحة مشتركة).
- تتوسع نهاية كل قناة قبل انفتاحها على القريبة لتشكل المجل (Ampullae).
- تعتبر هذه القنوات مسؤولة عن حساسية الجسم تجاه التسارعات الدورانية.

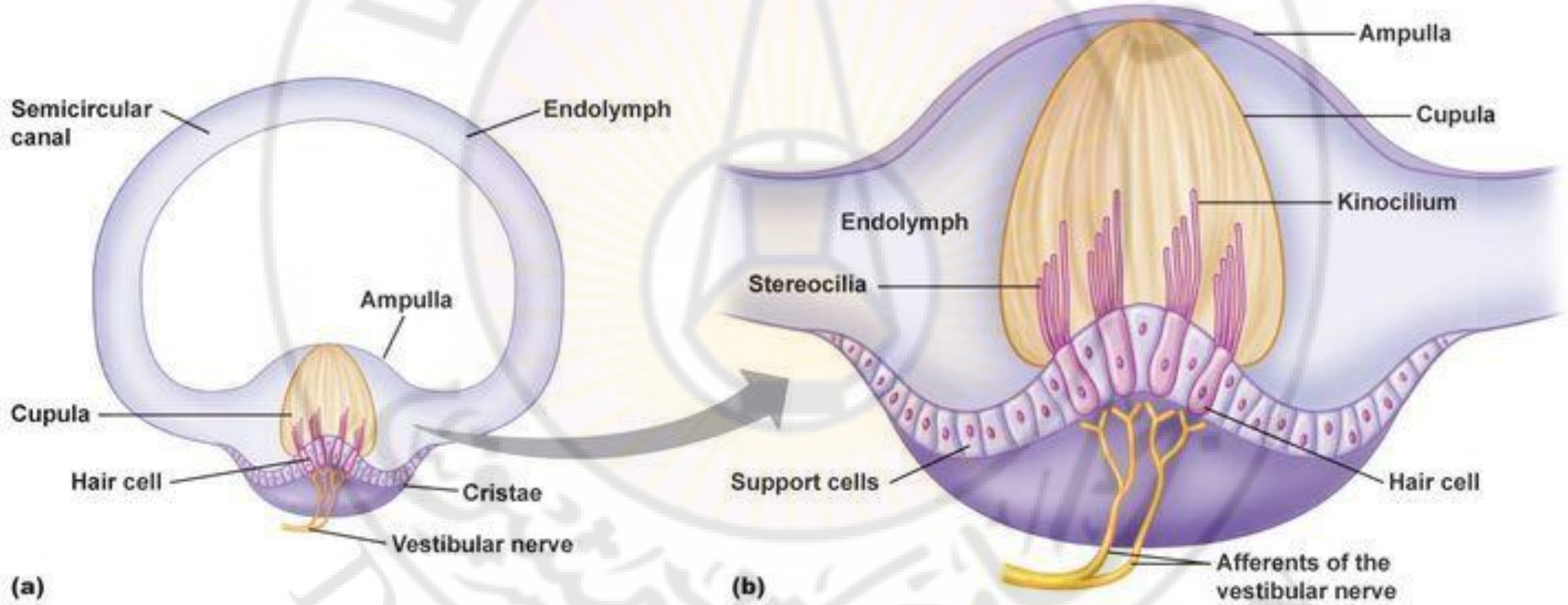
الأعراف المجليّة Crista Ampullaris:

- هو البنية العصبية المسؤولة عن الحساسية للتسارعات الدورانية.
- تتوضع ضمن التوسع في نهاية القناة الهلالية مكان انفتاحها على القريبة.
- يتألف من مجموعة من الخلايا التي تحمل على سطحها أهداب.
- تتلقى هذه الخلايا تعصيب من الفرع الدهليزي للعصب الثامن.
- يعلوها بنية هلامية تسمى الكؤيس (Cupullae).


A
hair bundles
cupula
hair cells
stationary section of the crista of the horizontal canal
rotating section of the crista of the horizontal canal
stationary
rotating
©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.



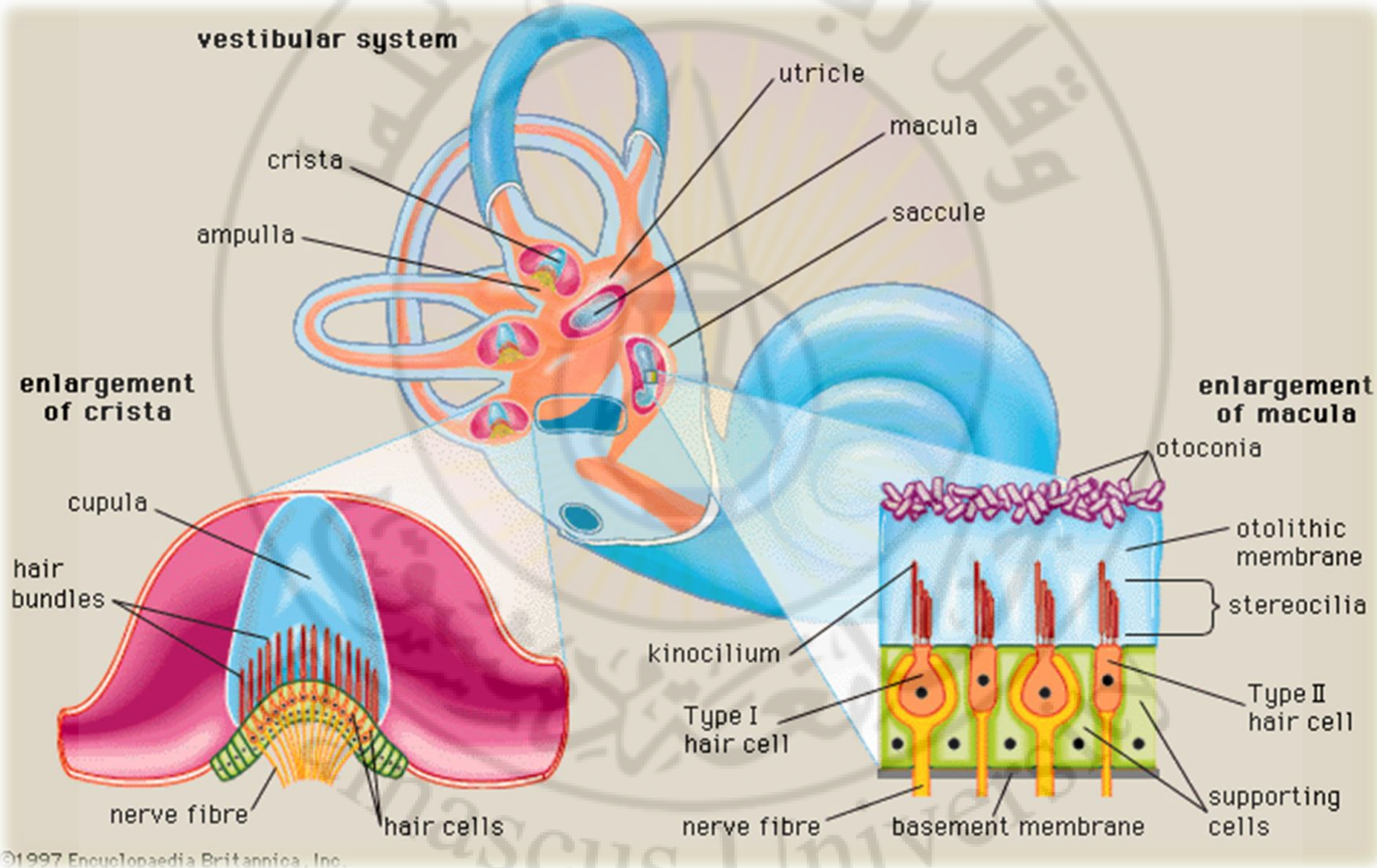
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.
Semicircular canals
Ampullae
Vestibular nerve
Cupula
(a)
Cupula
Crista ampullaris
(b)
Nerve fibers to vestibular nerve
Hair cell
(c)


Semicircular canal
Endolymph
Ampulla
Cupula
Hair cell
Cristae
Vestibular nerve
(a)
Ampulla
Cupula
Kinocilium
Endolymph
Stereocilia
Support cells
Hair cell
Afferents of the vestibular nerve
(b)

الجهاز الدهليزي ...

- يلعب دوراً هاماً في الحفاظ على توازن الوضعة والتوجه في الفراغ.
- للجهاز الدهليزي ارتباطات مع عدد من البنى والأجهزة (البصر ، الحس العميق).
- تتجلى أعراض اضطراب الجهاز الدهليزي بالدوار والرأرأة.

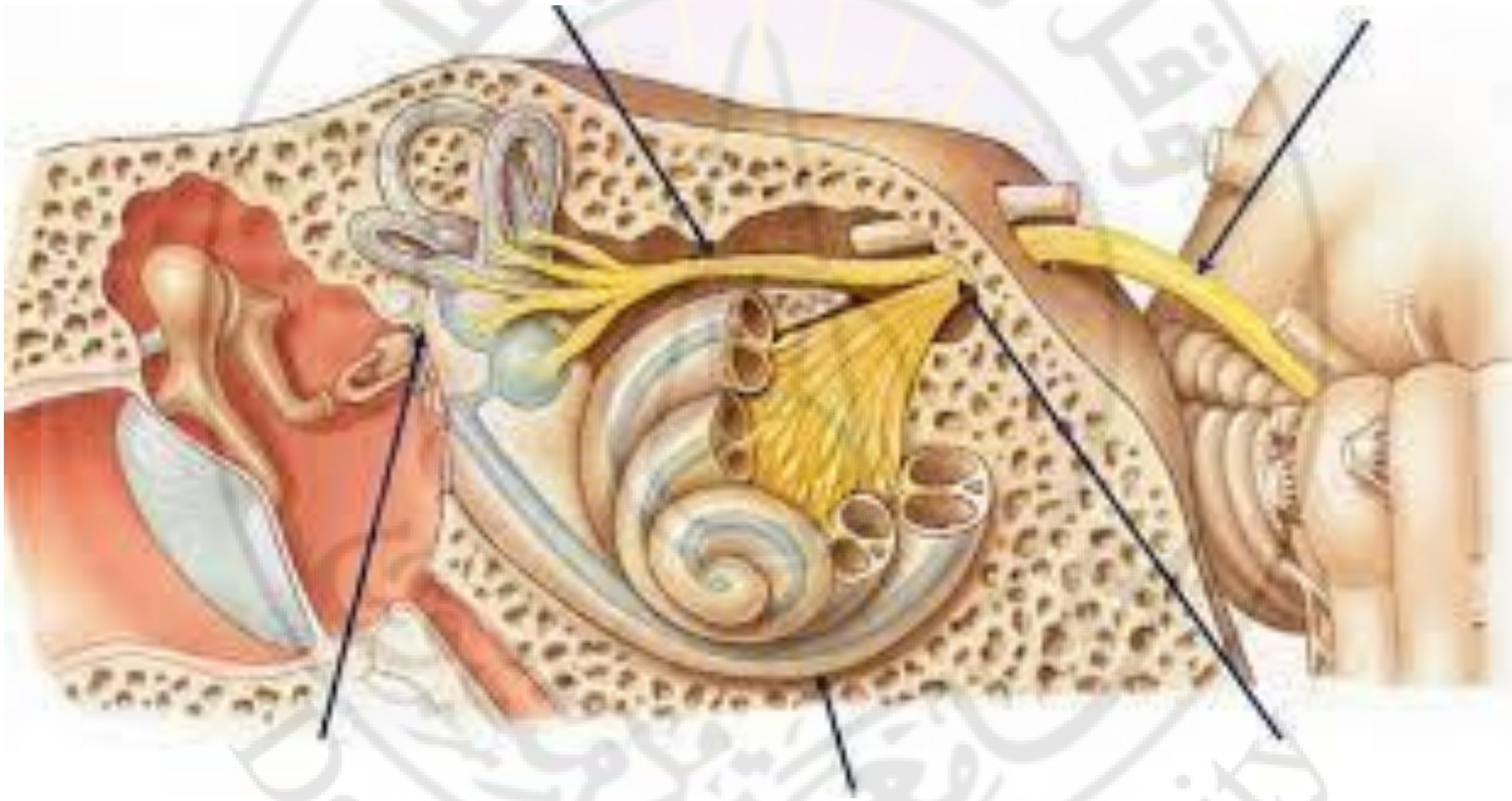




vestibular system
utricle
macula
crista
saccule
ampulla
enlargement of crista
enlargement of macula
otoconia
cupula
otolithic membrane
hair bundles
stereocilia
kinocilium
Type I hair cell
Type II hair cell
supporting cells
nerve fibre
hair cells
nerve fibre
basement membrane
©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.

السبيل الدهليزي :

- تتعصب الخلايا المشعرة ضمن اللطخة أو المجل باستطالات العصبونات ثنائية القطب.
- تتوضع أجسام العصبونات ضمن العقدة الدهليزية (عقدة سكاربا) التي تتوضع في مدخل مجرى السمع الباطن.
- تشكل محاوير العصبونات العصب الدهليزي الذي يدخل يمر عبر القسم الخلفي لمجرى السمع الباطن ثم يدخل جذع الدماغ في سوية الوصل البصلي الجسري لتتجه هذه المحاوير لاحقاً نحو النوى الدهليزية أو نحو المخيخ عبر السويقة المخيخية السفلية.



النوى الدهليزية :

- اربع نوى تتوضع ضمن الحفرة المعينية لجذع الدماغ:

✓النواة الدهليزية العلوية

✓النواة الدهليزية الوحشية

✓النواة الدهليزية السفلية

✓النواة الدهليزية الأنسية

- تتلقى النوى العلوية والأنسية الوارد الحسي من القنوات نصف الدائرية.
- تتلقى النوى الوحشية و السفلية الوارد الحسي من القناة الهلالية الخلفية والقريبة والكييس.
- تتصل النوى الدهليزية مع النخاع الشوكي و نوى الأعصاب المحركة للعين ، المهاد ، المخيخ.

اتصالات النوى الدهليزية ...

- الاتصالات مع الأعصاب القحفية:

- تتصل النوى الدهليزية العلوية والأنسية عبر الحزمة الطولانية الأنسية مع نوى الأعصاب المحركة للعين.
- عبر هذه الاتصالات يعتبر الجهاز الدهليزي مسؤول عن حركات العين الانعكاسية.
- تتوسط هذه الاتصالات المنعكس العيني الدهليزي الذي يضبط حركات العين مع الرأس.

- <u>الاتصالات مع النخاع الشوكي:</u>

- تتصل النوى الدهليزية الوحشية مع النخاع الشوكي عبر الحزمة الدهليزية الشوكية الوحشية.
- تلعب هذه الاتصالات دوراً في ضبط وضعية الجسم وتوتر العضلات الباسطة.
- تتصل النوى الدهليزية السفلية والأنسية مع النخاع الشوكي عبر الحزمة الدهليزية الشوكية الأنسية.
- تلعب هذه الحزمة دوراً في ضبط وضعية الرأس والعنق.

- <u>الاتصال مع المخيخ :</u>

- تتصل النوى الدهليزية مع المخيخ عبر السويقة المخيخية السفلية.
- تلعب الاتصالات الدهليزية المخيخية دوراً هاماَ في ضبط وضعية المفاصل و تعديل حركاتها للحفاظ على توازن الجسم بالوضعيات المختلفة.

- الاتصالات القشرية:

- تتصل النوى الدهليزية العلوية والوحشية مع القشر الدهليزي البدئي مروراً بالمهاد.
- يتصل القشر الدهليزي مع القشر الحركي البدئي ، حيث تلعب المعلومات الدهليزية دوراً في ضبط حركات الجسم كاستجابة لتغيرات الوضعة.

انتهت المحاضرة

AUDITORY NERVOUS SYSTEM - 1

كلية العلوم الصحية
قسم السمعيات – ٢٠٢٣
د. تامار يارد

Introduction…

- The auditory nervous system consists of ascending and descending systems.
- Two ascending systems, known as the classical and non-classical auditory systems, have been identified.
- The classical auditory pathways are known as the tonotopic system because they have distinct frequency tuning and the neurons are organized anatomically according to the frequency to which they are tuned.
- The non-classical auditory system may be analogous to the pain pathways of the somatosensory system.

- The nonclassical pathways consist of complex structures that connect to many other brain areas but the anatomy of these pathways is not completely known.
- An abnormal activation of the non-classical auditory pathways may explain the similarities between hyperactive hearing disorders (tinnitus) and central neuropathic pain.

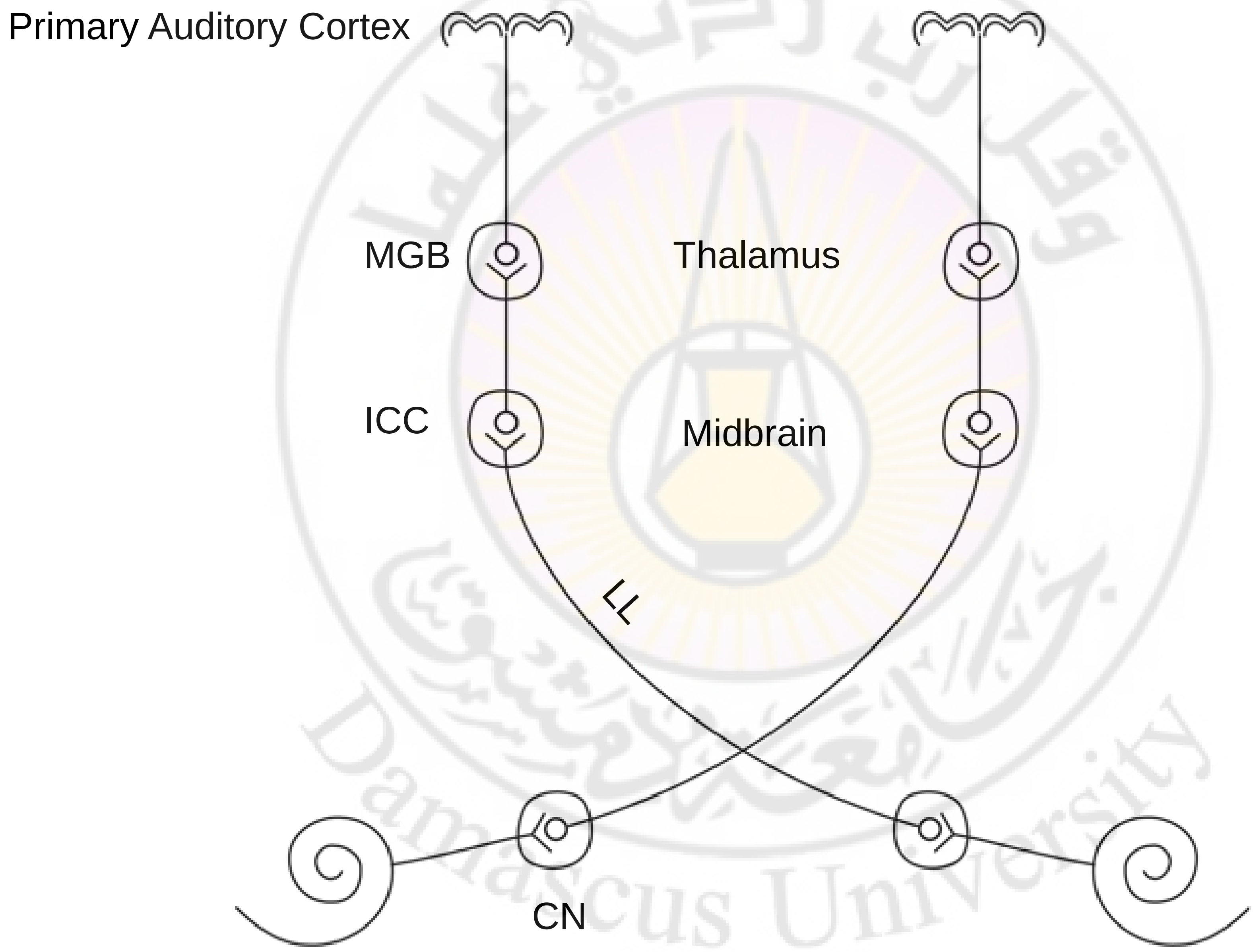
- Descending auditory pathways are organized mostly parallel to the ascending pathways extending from the cerebral cortex to the cochlear hair cells.
- One part of the descending pathways, the olivocochlear system, connects nuclei of the superior olivary complex (SOC) with hair cells of the cochlea and it is the best known of the descending pathways.

CLASSICAL ASCENDING AUDITORY PATHWAYS..

- The classical ascending auditory system is more complex than the ascending pathways of other sensory systems.
- It has three main nuclei with several additional nuclei where some of the ascending fibers are interrupted by synaptic connections.

- The auditory nerve extends from the organ of Corti to the cochlear nucleus (CN) where each nerve fiber makes contact with neurons in all three main divisions of the CN.
- From the cochlear nucleus, fibers cross over to the opposite side in three fiber tracts that connect to the central nucleus of the contralateral inferior colliculus (ICC).
- Fibers from the ICC project to the medial geniculate body (MGB).
- The fibers from the MGB project to the primary auditory cortex (AI), and the posterior auditory field (PAF).

- There are connections between the two sides of the brain at several levels of the classical ascending auditory pathways.
- These connections are important for directional hearing.
- This anatomical organization is the basis for the parallel and hierarchical neural processing that occurs in the classical ascending auditory pathways.


Primary Auditory Cortex
MGB
Thalamus
ICC
Midbrain
LL
CN

Auditory nerve :

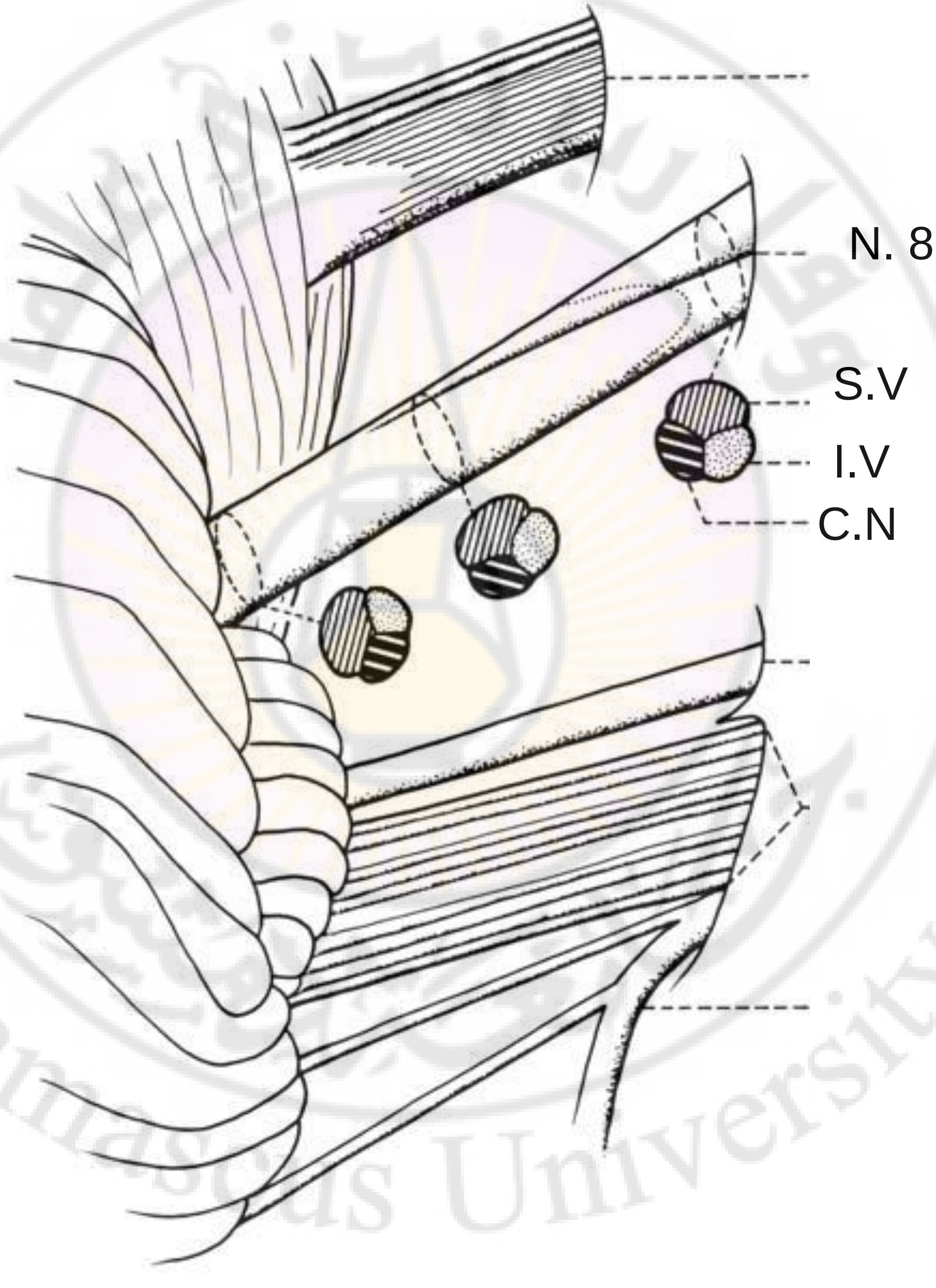
- The auditory nerve (AN) in man has approximately 30,000 fibers.
- The auditory nerve is part of the eighth cranial nerve (CN VIII), which also includes the (superior and inferior) vestibular nerve.
- The AN has two types of fibers known as type I and type II.
- The nerve fibers of the AN are bipolar cells that have their cell bodies in the spiral ganglion located in the modiolar region of the cochlea.

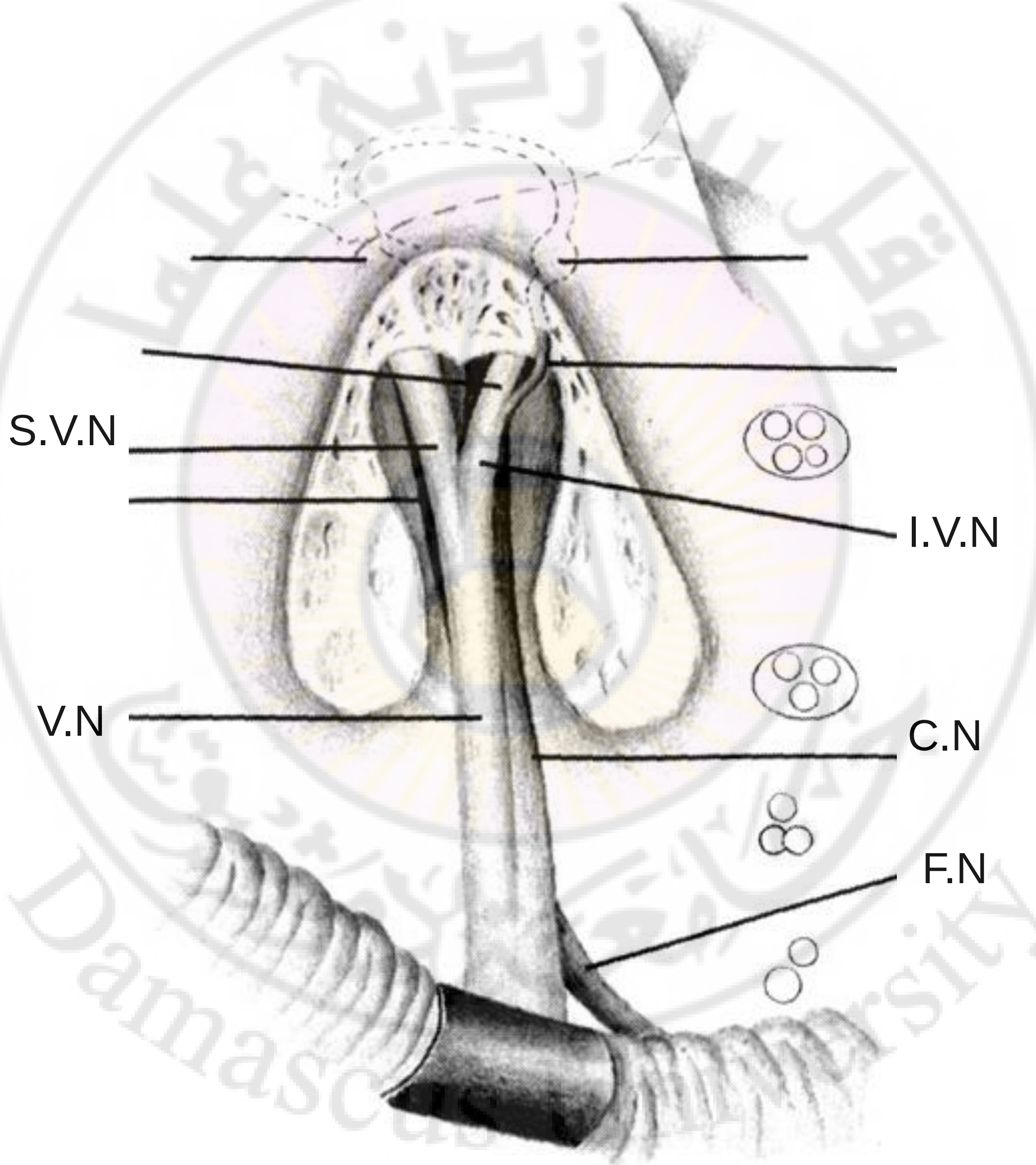
- The peripheral portions of the type I fibers of the AN terminate on the inner hair cells and the central portions terminate on the cells of the cochlear nucleus (CN).
- The type I nerve fibers are known as the radial fibers and they are thought to carry all the auditory information from the organ of Corti to higher centers of the central nervous system.

- The average diameter of myelinated (type I) cochlear nerve fibers in the internal auditory meatus in children is 2.5 μm.
- The diameter of the myelinated fibers in the osseous spiral lamina is approximately half that of the fibers of the AN in the internal auditory meatus.
- At any cross-section of the central portion of the AN, the variations in the diameters of these type I nerve fibers are small, which implies that the variations in the conduction velocity of different auditory nerve fibers are small.

- The information that is carried in different auditory nerve fibers will therefore arrive at the cochlear nucleus with very small time differences, ensuring a high degree of temporal coherence of the nerve impulses that arrive at the cochlear nucleus.
- Evidence has been presented that such coherence is important for discrimination of complex sounds such as speech sounds.
- The variation in fiber size and thus in conduction velocity, increases with age and that may explain some of the hearing problems that are present at increasing age and which are not directly related to elevation in the pure tone threshold.

- Like other cranial nerves, the eighth nerve is twisted.
- The auditory portion is located caudally with respect to the superior vestibular nerve in the nerve’s central course, dorsally in the internal auditory meatus and in its most peripheral portion it is located ventrally with respect to the vestibular nerves .


N. 8
S.V
I.V
C.N



S.V.N
I.V.N
V.N
C.N
F.N

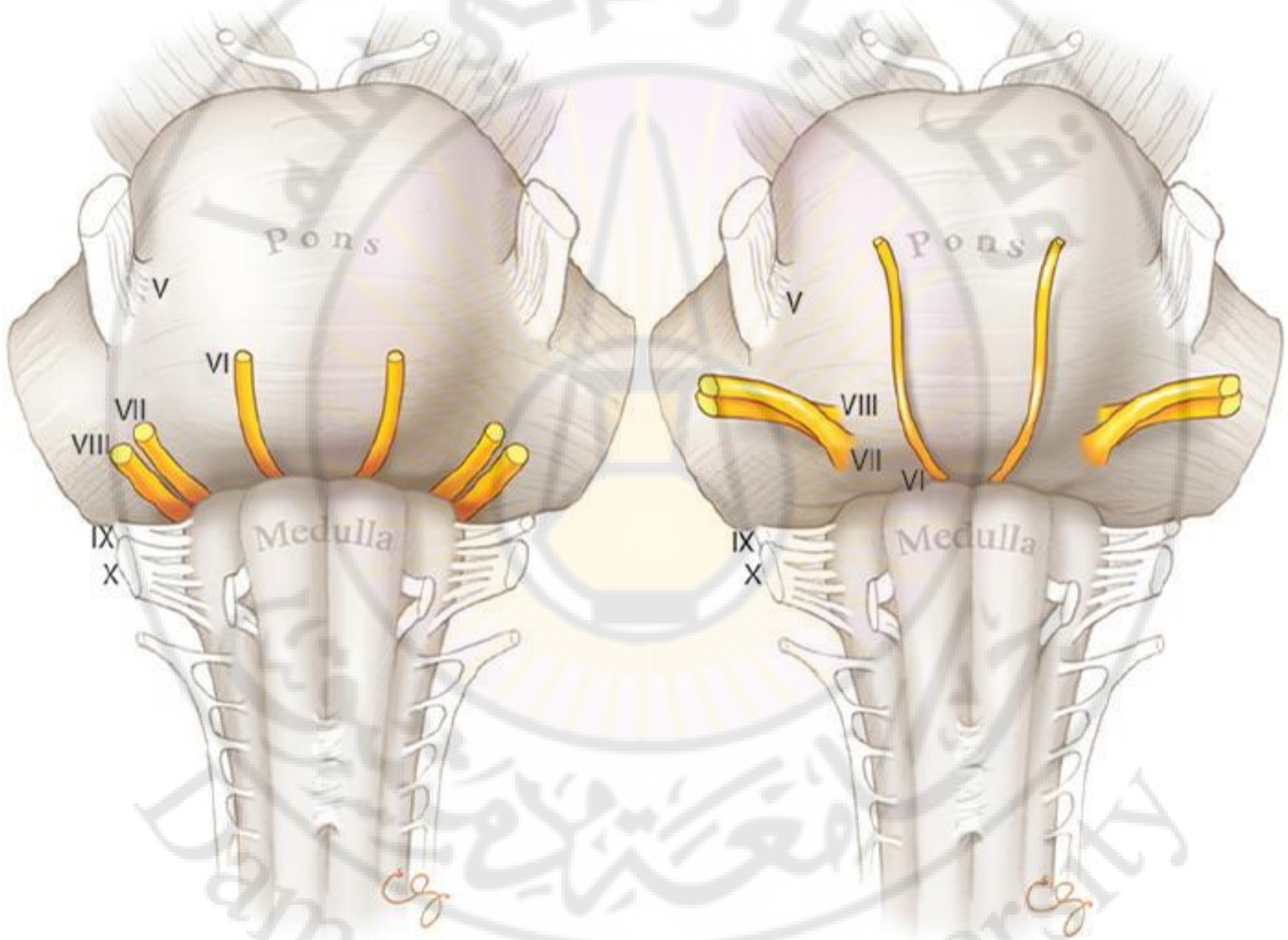
انتهت المحاضرة

AUDITORY NERVOUS SYSTEM - 2

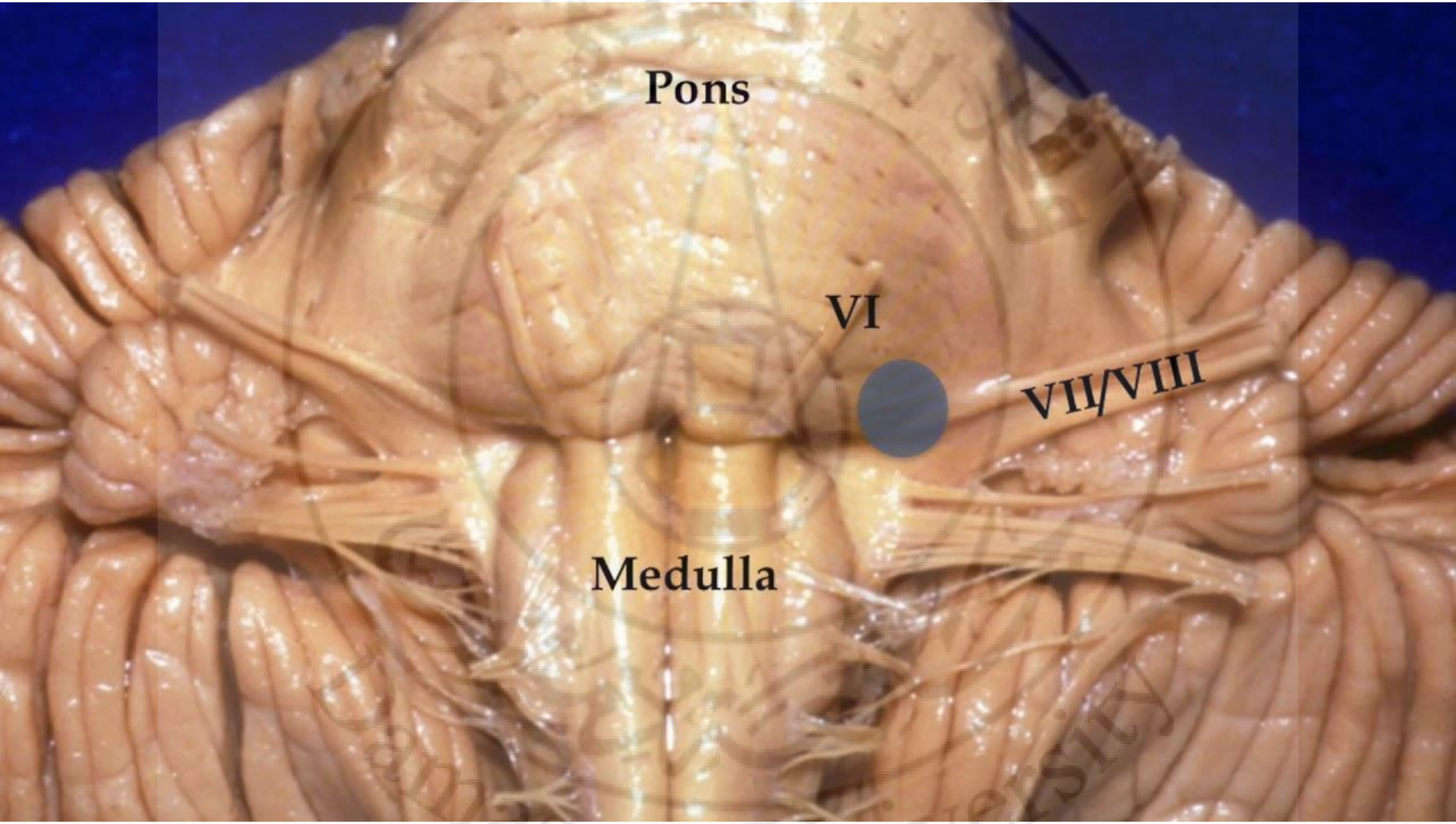
كلية العلوم الصحية
قسم السمعيات – ٢٠٢٣
د. تامار يارد

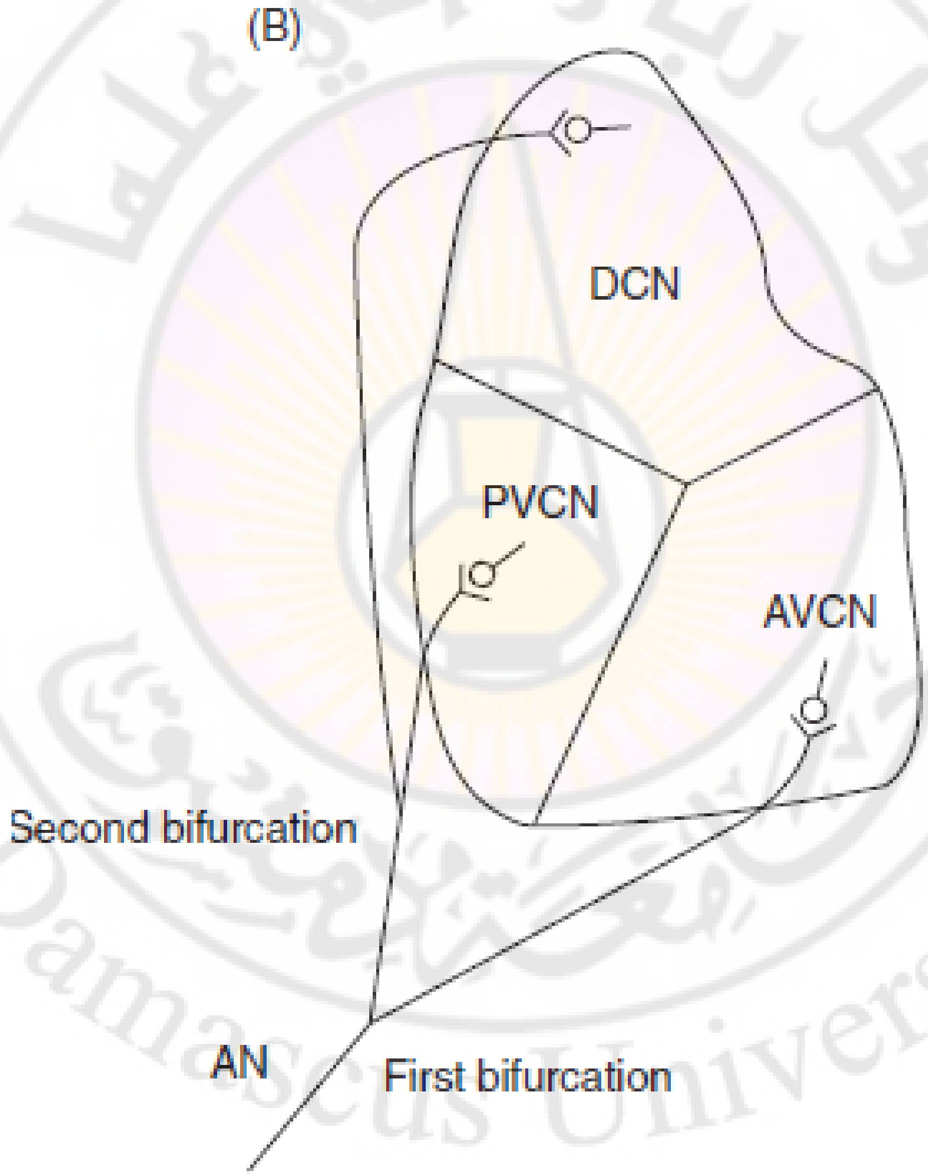
Cochlear Nucleus …

- The auditory nerve terminates in the cochlear nucleus (CN), which is the first relay nucleus of the ascending auditory pathways.
- It is located in the lower brainstem, at the junction between the medulla and the pons (the pontomedular junction) on the same side as the ear from which it receives its innervations.
- The CN has three main divisions, the dorsal cochlear nucleus (DCN), the posterior ventral cochlear nucleus (PVCN), and anterior ventral nucleus (AVCN).



Pons
V
VI
VII
VIII
IX
X
Medulla
Pons
V
VIII
VII
VI
IX
X
Medulla

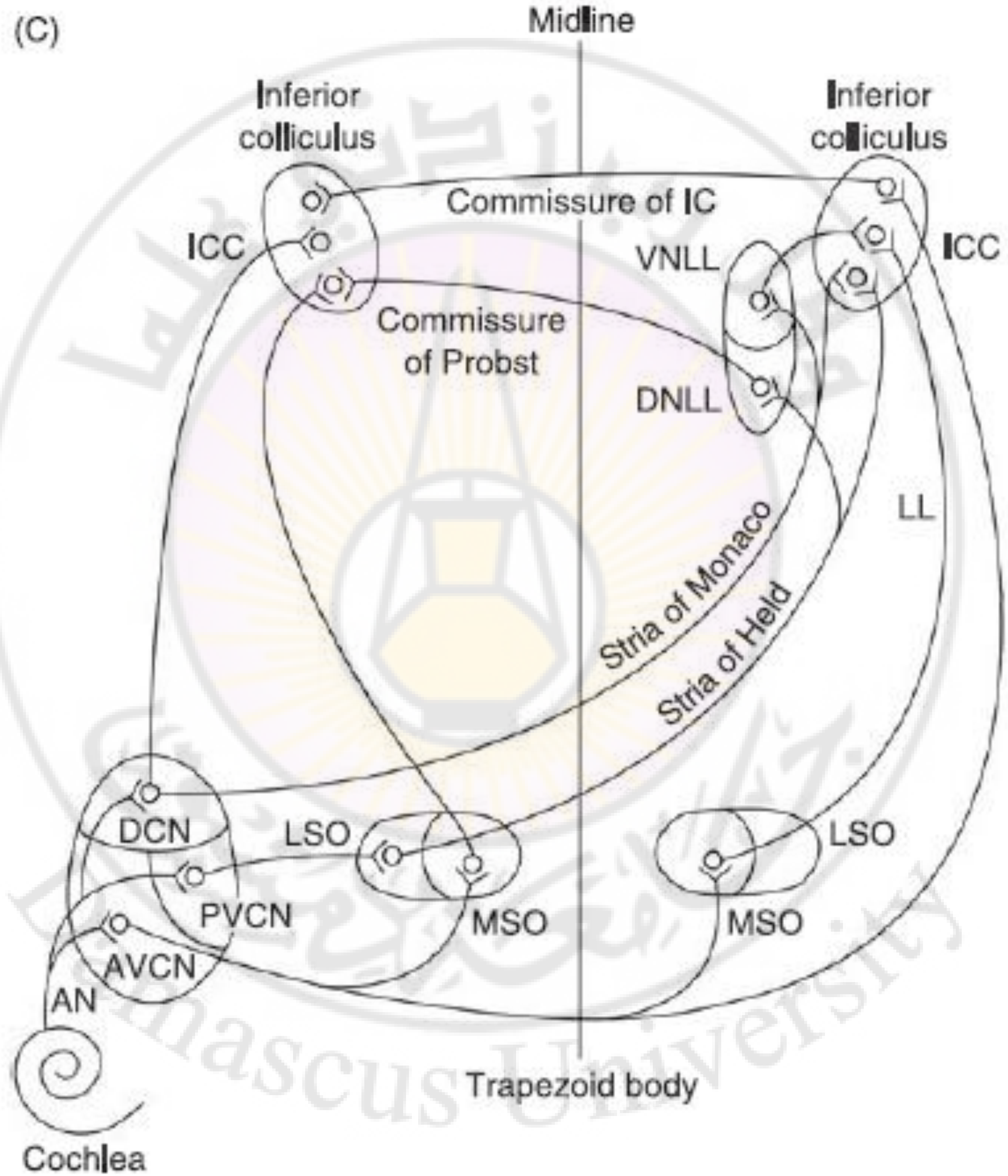

Pons
VI
VII/VIII
Medulla


(B)
DCN
PVCN
AVCN
Second bifurcation
AN
First bifurcation

- Before the nerve reaches the CN each nerve fiber bifurcates.
- One of the two branches terminates in the AVCN .
- And the other branch bifurcates again before terminating in the cells of the PVCN and the DCN .
- Each auditory nerve fiber thus connects to all three divisions of the CN .

- The fibers from the CN mainly project to the contralateral inferior colliculus through three fiber tracts:

  - The dorsal stria (stria of Monaco [SM]);
  - The intermediate stria (stria of Held [SH]);
  - And the ventral stria (trapezoid body [TB]).



(C)
Midline
Inferior colliculus
Inferior colliculus
Commissure of IC
ICC
ICC
VNLL
Commissure of Probst
DNLL
LL
Stria of Monaco
Stria of Held
DCN
LSO
LSO
PVCN
MSO
MSO
AVCN
AN
Trapezoid body
Cochlea

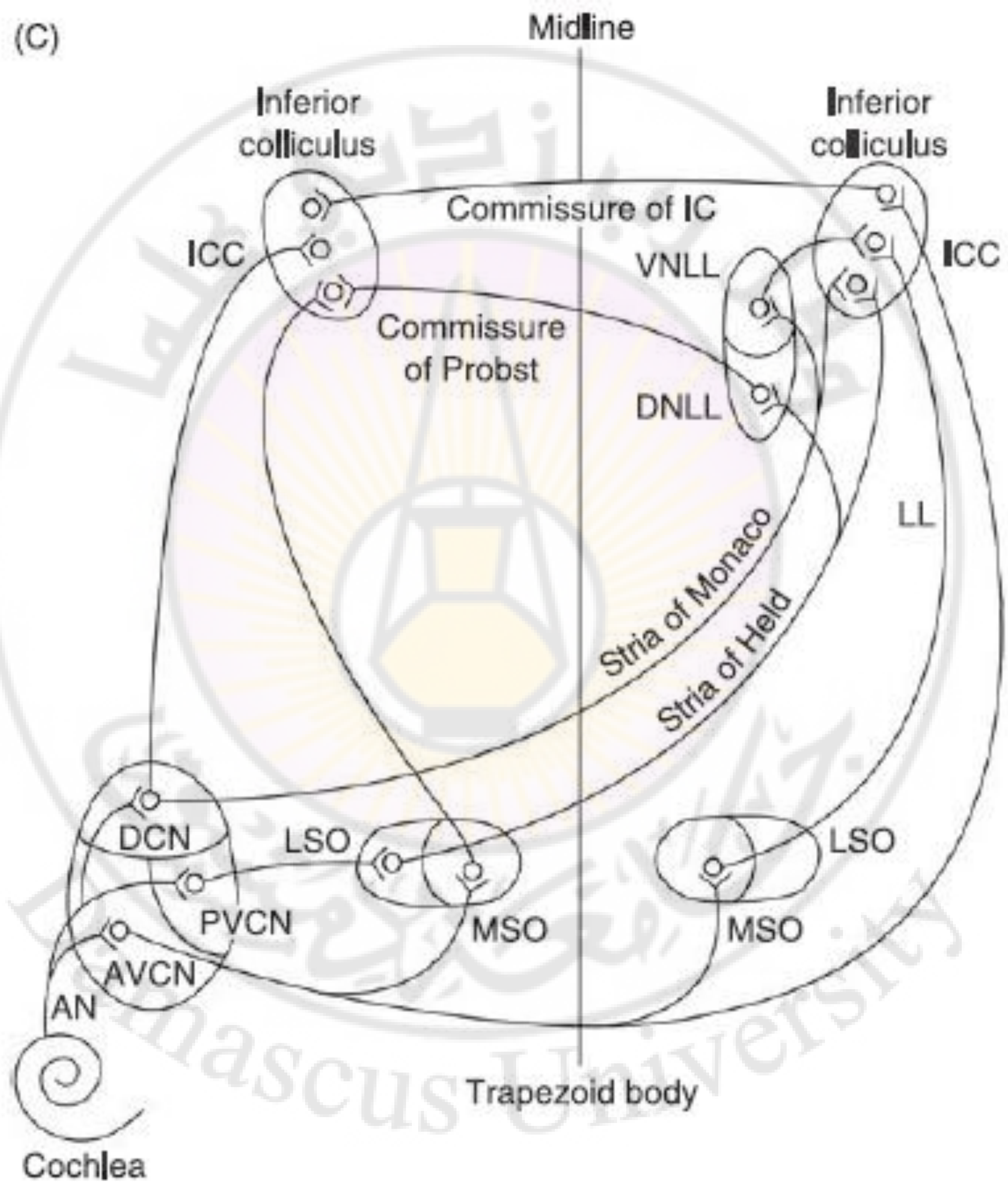
- The SM originates in the DCN.
- The fibers from the PVCN cross in the SH and the output of the AVCN forms the TB.
- These three striae, after crossing to the opposite side, form the lateral lemniscus (LL), a fiber tract that projects to the central nucleus of the inferior colliculus (ICC).

- Some fibers from the AVCN and PVCN do not cross the midline but ascend on the same side to reach the ipsilateral ICC .
- Fibers from the PVCN reach the dorsal nucleus of the lateral lemniscus (DNLL) and from there fibers travel to the ipsilateral ICC.
- The ventral cochlear nucleus also sends fibers to the facial motor nucleus and the trigeminal motor nucleus as part of the acoustic middle-ear reflex.

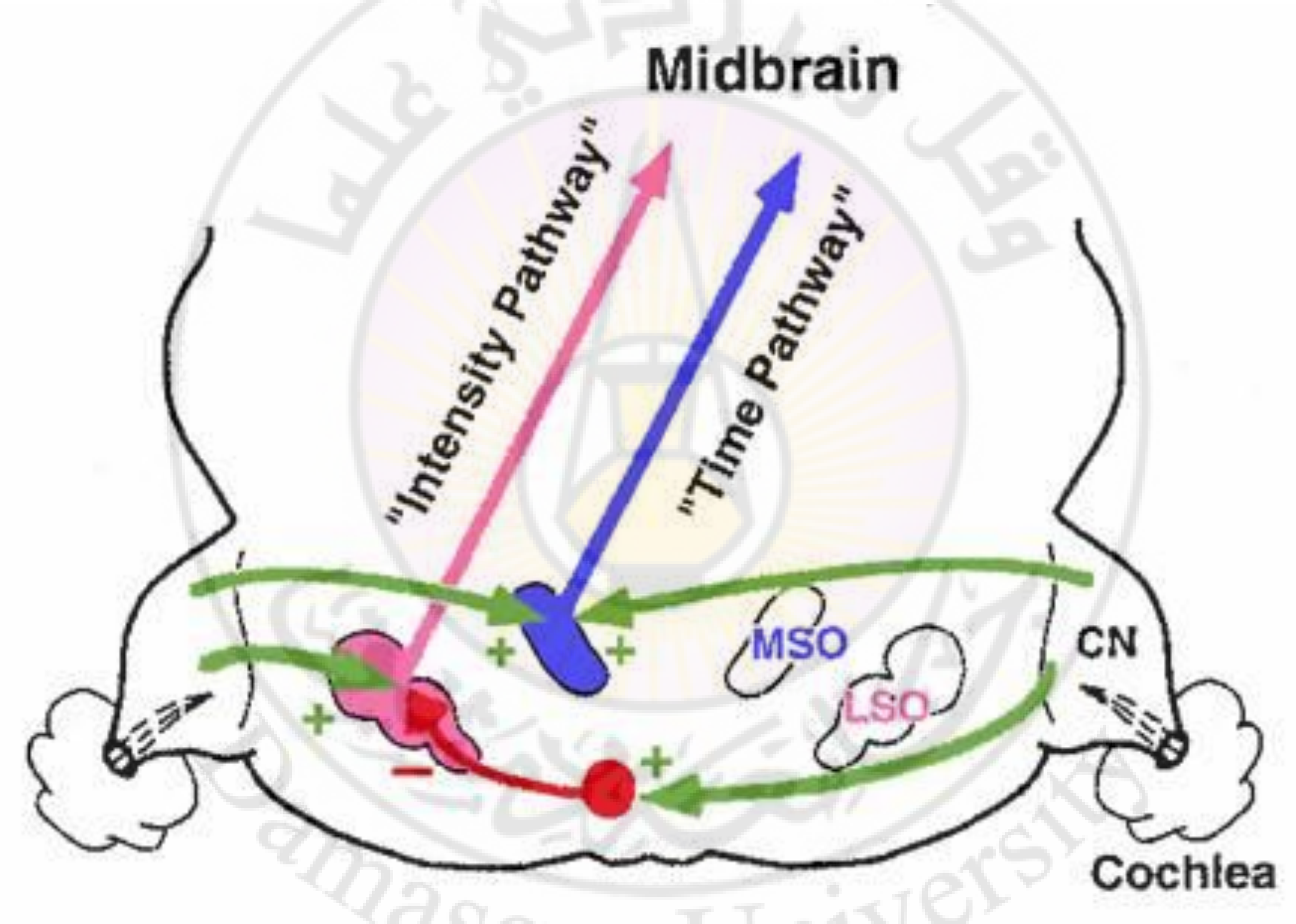
- The two sides' cochlear nuclei are connected .
- This is the most peripheral connection between the two side's ascending auditory pathways but its functional importance is unknown.
- The CN also receives input from the trigeminal somatosensory system .
- This is probably a part of the non-classical ascending auditory pathways .

Superior Olivary Complex …

- The superior olivary complex (SOC) consists of: the medial superior olivary nucleus (MSO); the lateral superior olivary (LSO) nucleus.
- Some of the fibers of the three striae (SM, SH, and TB) give off collaterals to nuclei of the SOC and some fibers are interrupted by synaptic contacts in one of the nuclei of the SOC before forming the LL.
- Nuclei of the SOC, in particular the MSO, receive input from both sides' CN.


(C)
Midline
Inferior colliculus
Inferior colliculus
Commissure of IC
ICC
ICC
VNLL
Commissure of Probst
DNLL
LL
Stria of Monaco
Stria of Held
DCN
LSO
LSO
PVCN
MSO
MSO
AVCN
AN
Trapezoid body
Cochlea

- The SOC is thus the first group of nuclei that integrate information from both ears.
- The nuclei of the SOC are involved in directional hearing, mainly by comparing arrival time of neural activity from the two ears (in the MSO) and intensity differences (in the LSO).
- The nuclei of the SOC comprise some of the most complicated parts of the ascending auditory pathways and they have the largest variations between different species of mammals.


Midbrain
"Intensity Pathway"
"Time Pathway"
MSO
LSO
CN
Cochlea
+
+
+
+
+
−

Lateral Lemniscus and Its Nuclei …

- The LL is the most prominent fiber tract of the classical ascending auditory pathways .
- The LL is formed by the three striae that emanate from the CN.
- The LL is composed of fibers from all divisions of the CN.
- The axons of the LL cross the midline and reach the contralateral ICC.
- Axons from cells in the nuclei of the SOC contribute to the LL.
- The DNLL receives input from both ears and is involved in binaural hearing while the VNLL mainly receives input from the contralateral ear.

Inferior Colliculus …

- The inferior colliculus (IC) is located in the midbrain just caudal to the superior colliculus (SC).
- The IC is the midbrain relay nucleus where all ascending auditory information is channeled.
- The IC consists of the central nucleus (ICC), the external nucleus (ICX) (also known as the lateral nucleus) and the dorsal cortex of the IC (DC) .
- The ICC receives its input from the LL .
- The ICC on one side connects to the ICC on the other side and these connections are important for directional hearing that is based on the differences in the sound intensity at the two ears.

Medial Geniculate Body…

- The medial geniculate body (MGB) is the thalamic auditory relay nucleus where all fibers that originate in the ICC are interrupted.
- There are no connections between the two sides of the MGB.

Auditory Cerebral Cortex…

- The auditory cortex is a complex structure where abundant connections between cells provide complex neural processing of auditory information.
- Several different regions of the auditory cortex have been identified.

انتهت المحاضرة